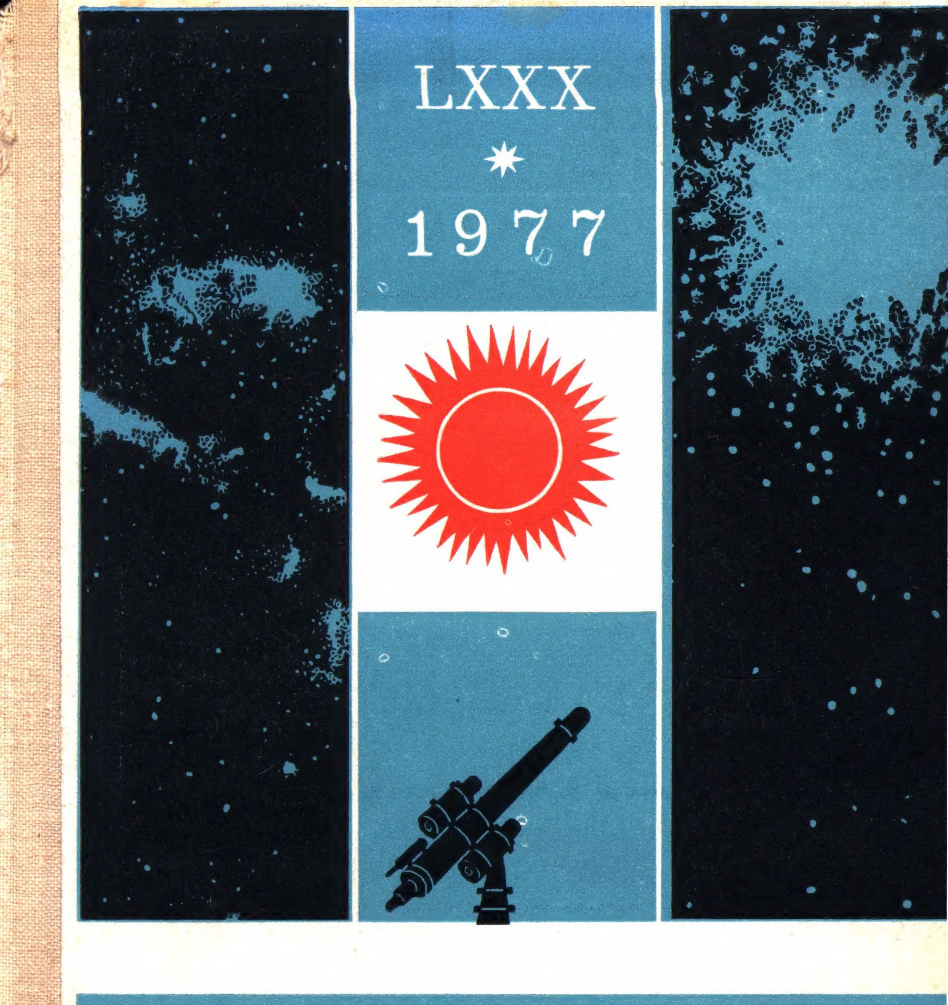


Астрономический календарь

ВСЕСОЮЗНОЕ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Выпуск восьмидесятый

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

ЕЖЕГОДНИК

ПЕРЕМЕННАЯ ЧАСТЬ

1977



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1976

52 (03)
А 91
УДК 521.2 (058)

Основан в 1895 г. Нижегородским кружком
любителей физики и астрономии

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ НА 1977 год

М., 1976 г., 304 стр. с илл.

Редактор *И. Е. Рахлин*
Техн. редактор *Н. Я. Мурашова*
Корректор *Е. Я. Строева*

Сдано в набор 30. 03. 1976 г. Подписано к печати 02. 09. 1976 г. Формат $84 \times 108^{1}/_{32}$.
Бумага тип. № 1. Физ. печ. л. 9,5. Условн. печ. л. 15,96. Уч.-изд. л. 16,68.
Тираж 40 000 экз. Т-15764. Цена книги 76 коп. Заказ № 590.

Издательство «Наука»
Главная редакция физико-математической литературы
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Гатчинская ул., 26.

А $\frac{20601-123}{053(02)-76}$ 173-76

1977

60—61 год Великой Октябрьской социалистической революции

Начало тропического года январь 0, $11^{ч}06^{м}$ эфемеридного времени

Начало времен года

весна . . . . . 20 марта $17^{ч}42^{м}$ осень . . . 23 сентября $3^{ч}30^{м}$
лето . . . . 21 июня $21^{ч}14^{м}$ зима . . . . 21 декабря $23^{ч}24^{м}$

Земля в перигелии . . 3 января, $9^{ч}43^{м}$
Земля в афелии . . . . 5 июля, $20^{ч}40^{м}$

Табель-календарь

	Январь	Февраль	Март	Апрель
Пн.	3 10 17 24 31	7 14 21 28	7 14 21 28	4 11 18 25
Вт.	4 11 18 25	1 8 15 22	1 **8** 15 22 29	5 12 19 26
Ср.	5 12 19 26	2 9 16 23	2 9 16 23 30	6 13 20 27
Чт.	6 13 20 27	3 10 17 24	3 10 17 24 31	7 14 21 28
Пт.	7 14 21 28	4 11 18 25	4 11 18 25	1 8 15 22 29
Сб.	**1** 8 15 22 29	5 12 19 26	5 12 19 26	2 9 16 23 30
Вс.	**2 9 16 23 30**	**6 13 20 27**	**6 13 20 27**	**3 10 17 24**

	Май	Июнь	Июль	Август
Пн.	**2 9** 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29
Вт.	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30
Ср.	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24 31
Чт.	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25
Пт.	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26
Сб.	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27
Вс.	**1 8 15 22 29**	**5 12 19 26**	**3 10 17 24 31**	**7 14 21 28**

	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Пн.	5 12 19 26	3 10 17 24 31	**7** 14 21 28	**5** 12 19 26
Вт.	6 13 20 27	4 11 18 25	1 **8** 15 22 29	6 13 20 27
Ср.	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28
Чт.	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29
Пт.	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30
Сб.	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31
Вс.	**4 11 18 25**	**2 9 16 23 30**	**6 13 20 27**	**4 11 18 25**

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ

Эфемеридный отдел Астрономического Календаря на 1977 г. составили: П. И. Бакулин (Московское отделение ВАГО) — объяснение к эфемеридам и к вычислению координат звезд; С. Г. Кулагин и Л. Д. Ковбасюк (Горьковское отделение ВАГО) — эфемериды Солнца и Луны; М. М. Дагаев (Московское отделение ВАГО) — планеты (текст, карты видимых путей планет и гелиоцентрическая долгота), солнечные и лунные затмения, физические координаты Солнца, Луны, Марса, Юпитера и Сатурна, спутники Юпитера; В. С. Лазаревский (Горьковское отделение ВАГО) — планеты (эфемериды и продолжительность видимости ярких планет); О. М. Громова (Ленинградское отделение ВАГО) — покрытия звезд и планет Луной; В. А. Бронштэн (Московское отделение ВАГО) — кометы; Н. С. Яхонтова (Ленинградское отделение ВАГО) — малые планеты; Н. Б. Перова (Московское отделение ВАГО) — переменные звезды; Е. Г. Демидович (Горьковское отделение ВАГО) — к наблюдениям Полярной.

Большинство эфемерид вычислено на основании данных Астрономического Ежегодника СССР на 1977 г.

В отделе «Приложения» помещены статьи Р. С. Гневышевой «Солнечная активность в 1973 г.», В. А. Бронштэна «Появления комет в 1975 г.» и «Новые исследования планет». Исполняющемуся в 1977 г. двадцатилетию со дня запуска первого советского искусственного спутника Земли посвящена статья Ю. И. Зайцева «Двадцать лет

космической эры». Л. А. Ведешин в своей статье освещает основные результаты международного сотрудничества в области космических исследований в 1975 г. Завершают этот отдел статьи М. М. Дагаева о шестом съезде ВАГО, А. И. Еремеевой о памятных датах астрономии в 1977 г. и библиография любителя астрономии, подготовленная Н. Б. Лавровой.

Редакционная коллегия благодарит всех, принявших участие в подготовке материалов для Календаря, и будет признательна за все критические замечания и пожелания читателей, направленные к улучшению следующих выпусков.

Письма просим направлять по адресу: индекс 103009, Москва, К-9, абонементный ящик 918, Редакции Астрономического Календаря.

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ
ЭФЕМЕРИДЫ

ОБЪЯСНЕНИЯ К ЭФЕМЕРИДАМ

О счете времени

В таблицах Календаря моменты большинства явлений указаны по всемирному времени T_0.

Для перехода от всемирного времени T_0 к другим системам счета, или от одной системы к другой, служат следующие формулы (см. Постоянную часть АК, изд. 6-е, «Наука», 1973, гл. I, § 4 и 5):

$$T = T_0 + \lambda,$$
$$T_п = T_0 + N^ч,$$
$$T_д = T_0 + N^ч + 1^ч,$$
$$T_{эф} = T_0 + \Delta T,$$
$$s = S_0 + T + 9^с,86\,(T - \lambda).$$

В этих формулах: T — местное среднее солнечное время, $T_п$ — поясное время, $T_д$ — декретное время, $T_{эф}$ — эфемеридное время, s — местное звездное время, λ — географическая долгота пункта наблюдения, выраженная в часовой мере и считаемая положительной к востоку от начального меридиана, N — номер часового пояса, в котором находится пункт наблюдения, $\Delta T = +46^с$ для 1977 г., S_0— звездное время в $0^ч$ всемирного времени соответствующей календарной даты.

В последней формуле величина $9^с,86\,(T - \lambda)$ никогда не бывает больше четырех минут и при приближенных расчетах ею можно пренебречь и пользоваться упрощенной формулой

$$s = S_0 + T.$$

Приближенный расчет звездного времени для данного момента по поясному или декретному времени можно сделать по способу Д. В. Пясковского, опубликованному в АК 1955 г., стр. 216—221.

Эфемериды Солнца

В настоящем выпуске Календаря во втором столбце ежемесячных эфемерид Солнца помещены дни юлианского периода (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 6).

В следующих трех столбцах даны моменты восхода и захода Солнца, а также азимуты точек восхода и захода для пункта с географической долготой $\lambda = 0^ч$ и географической широтой $\varphi = 56^\circ$. Моменты даны по всемирному времени, т. е. по местному среднему солнечному времени начального пункта ($\lambda = 0^ч$, $\varphi = 56^\circ$).

В эфемеридах даны значения астрономических азимутов; они отсчитываются от точки юга и считаются положительными к западу и отрицательными к востоку (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 3).

В следующих четырех столбцах даны прямое восхождение Солнца α, уравнение времени η = среднее солнечное время — истинное солнечное время, склонение Солнца δ и часовое изменение склонения $\Delta\delta$. Все эти величины даны для $0^ч$ всемирного времени.

В последнем, десятом столбце дается звездное время S_0 в $0^ч$ всемирного времени, т. е. местное звездное время на начальном меридиане в среднюю гринвичскую полночь. В эфемеридах Солнца отсутствуют моменты верхних кульминаций Солнца на меридиане Гринвича $T_{0;кул}$, которое легко вычислить по формуле

$$T_{0;\,кул} = 12^ч + \eta_{12}, \qquad (1)$$

где η_{12} — уравнение времени для $12^ч$ всемирного времени заданной даты и находится путем интерполяции его значений, помещенных в седьмом столбце для $0^ч$ всемирного времени. Например, момент верхней кульминации Солнца на меридиане Гринвича 21 мая 1977 г. по всемирному времени будет

$$T_{0;\,кул} = 12^ч - 3^м29^с{,}3 = 11^ч56^м30^с{,}7.$$

В нижней части ежемесячных эфемерид Солнца даются общие сведения о видимости планет, о затмениях, о метеорных потоках и о других явлениях в Солнечной системе на протяжении соответствующего месяца. Наиболее интересные явления даны курсивом. Для планет приняты такие обозначения:

(!) — весьма благоприятное положение планеты,

(?) — планета мало доступна для наблюдений.

Эфемериды Луны

В эфемеридах Луны моменты восхода, верхней кульминации, захода и астрономические азимуты точек восхода и захода даны, так же как и для Солнца, по всемирному времени для пункта с географической долготой $\lambda = 0^ч$ и географической широтой $\varphi = 56°$.

В трех последних столбцах лунной эфемериды помещены прямое восхождение α, склонение δ и угловой радиус Луны r для $0^ч$ всемирного времени.

Следует отметить, что в эфемеридах Календаря всегда даются геоцентрические координаты. Топоцентрические координаты (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 9) будут отличаться от геоцентрических заметным образом только для Луны (разность может достигать 1°). Поправки для перехода от геоцентрических координат к топоцентрическим вычисляются по формулам (1,41) и (1,42) П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 9, или по правилам, опубликованным в АК 1946 г., стр. 109—114. Экваториальный горизонтальный параллакс Луны может быть найден умножением значения ее углового радиуса на 3,67.

В нижней части лунных эфемерид помещены сведения о соединениях планет с Луной и эпохи фаз Луны.

Для последних приняты следующие обозначения:

● . . . . . — новолуние,
☽ . . . . . — первая четверть,
○ . . . . . — полнолуние,
☾ . . . . . — последняя четверть.

Определение времени восхода, верхней кульминации и захода Солнца и Луны

Для пункта с географической широтой φ и географической долготой λ, отличных от начального, эфемеридного пункта ($\lambda = 0^ч$, $\varphi = 56°$), моменты восхода и захода Солнца и Луны вычисляются по формуле

$$T = T_{0;\,56} + x_{\varphi} + x_{\lambda}, \qquad (2)$$

где $T_{0;56}$ — эфемеридный момент восхода или захода, x_{φ} — поправка за географическую широту пункта наблюдения, x_{λ} — поправка за географическую долготу.

При вычислении моментов верхней кульминации, когда $x_{\varphi} = 0$, формула (2) принимает вид

$$T_{кул} = T_{0;\,кул} + x_{\lambda}, \qquad (3)$$

где $T_{0;\,кул}$ для Солнца вычисляется по формуле (1).

1. Если широта пункта наблюдения φ заключена между 40° и 64°, то поправка x_{φ} может быть снята непосредственно с номограммы на стр. 10. В средней части этой номограммы проходит вертикальная шкала азимутов $A_{0;56}$ с отметками их значений по обе стороны шкалы; слева отмечены значения азимута меньше 90°, а справа — больше 90°. Справа от шкалы азимутов помещены шкалы для широт от 40° до 56° и соответствующая им шкала поправок x_{φ}; слева вверху номограммы помещена шкала для широт от 56° до 64° и соответствующая им шкала поправок x_{φ}. Для нахождения поправок надо на шкале азимутов отметить точку, соответствующую эфемеридному значению $A_{0;56}$ для данной календарной даты, а на шкале широт точку, соответствующую широте пункта наблюдения φ. Отсчет шкалы поправок в точке пересечения ее с прямой, соединяющей эти две отмеченные точки, даст искомую поправку x_{φ}. Знак поправки устанавливается по правилам, указанным на самой номограмме.

2. Если широта пункта наблюдения лежит вне пределов номограммы (40°—64°), или требуется бо́льшая точность в вычислении момента восхода или захода, то поправку x_{φ} следует вычислить по формулам

$$\left.\begin{aligned} &\text{для восхода} \quad \sin(\beta - x_{\varphi}) = m \operatorname{tg} \varphi, \\ &\text{для захода} \quad \sin(x_{\varphi} + \beta) = m \operatorname{tg} \varphi. \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Вспомогательные величины m и β берутся по аргументу $A_{0;56}$ для данной календарной даты из следующей таблицы:

$A_{0;\,56}$	m	β	$A_{0;\,56}$	$A_{0;\,56}$	m	β	$A_{0;\,56}$
±150	+0,554—	+55°,1—	±30	±110	+0,195—	+16°,8—	±70
140	+0,474—	+44,6—	40	100	+0,098—	+8,3 —	80
130	+0,385—	+34,8—	50	90	0,000	0,0	90
120	+0,291—	+25,6—	60				

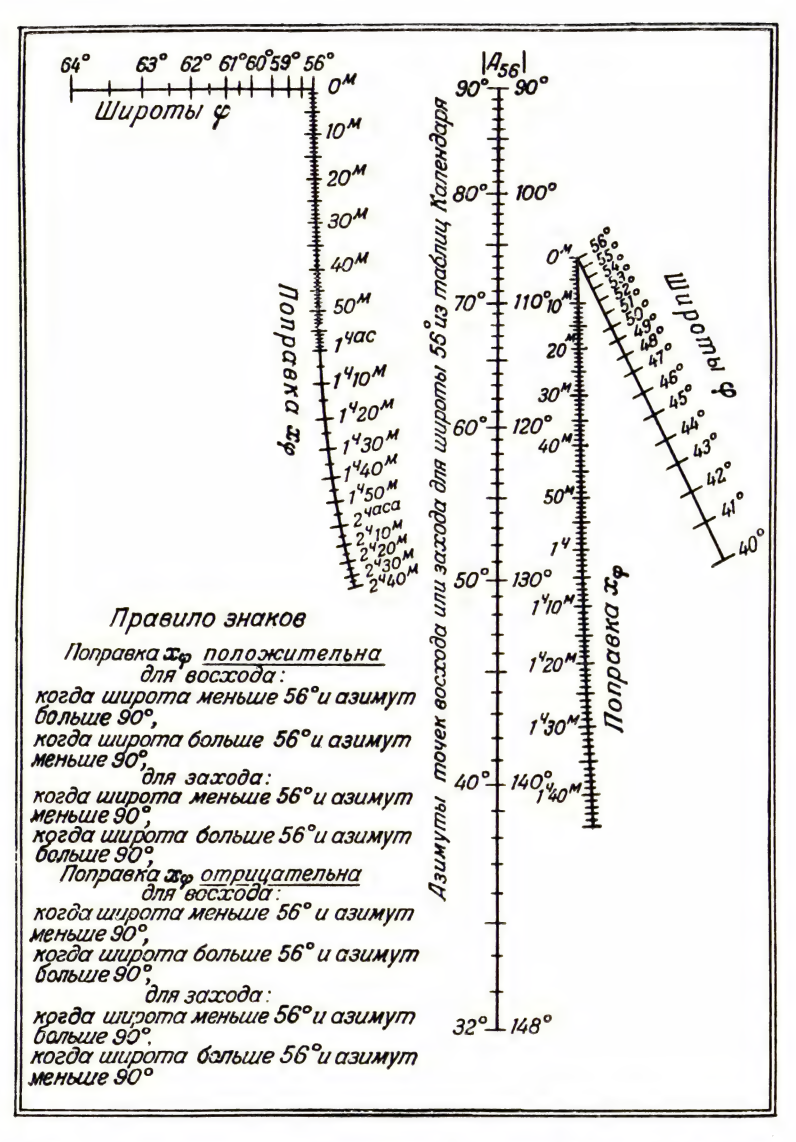


Рис. 1. Номограмма для нахождения поправок моментов восхода и захода на географическую широту наблюдателя.

Если эфемеридный азимут $A_{0;56}$ точки восхода (или захода) по абсолютному значению больше 90°, то знаки величин m и β надо брать с их левой стороны, т. е. в этом случае эти величины положительны и для восхода и для захода. Если же $A_{0;56}$ по абсолютному значению меньше 90°, то знаки величин m и β берутся с их правой стороны, т. е. они будут в этом случае отрицательны и для восхода и для захода.

Знак самого азимута не играет роли ни при пользовании номограммой, ни при вычислении поправки x_φ по формулам (4).

Поправка x_λ при определении моментов восхода и захода вычисляется по формуле

$$x_\lambda = \frac{\lambda - x_\varphi}{48}\left(T'_{0;\,56} - T''_{0;\,56}\right). \qquad (5)$$

Разность $\lambda - x_\varphi$ должна быть выражена в часах и долях часа, $T'_{0;\,56}$ — эфемеридный момент восхода или захода для предыдущей календарной даты (т. е. сутками раньше), а $T''_{0;\,56}$ — эфемеридный момент для последующей календарной даты (т. е. сутками позже).

При определении моментов верхней кульминации формула (5) принимает вид

$$x_\lambda = \frac{\lambda}{48}\left(T'_{0;\,56} - T''_{0;\,56}\right). \qquad (6)$$

Два последовательных восхода или захода, или две последовательные верхние кульминации Луны, отстоят друг от друга по времени больше чем на $24^{ч}$. Поэтому в ту или иную календарную дату какое-либо из этих явлений не имеет места на начальном пункте, и в эфемеридах Луны момент явления для этой даты не указан. Тогда под разностью $(T'_{0;56} - T''_{0;56})$ в формулах (5) и (6) следует понимать изменение эфемеридного момента явления за те два интервала, которые содержат три последовательных восхода, захода или верхние кульминации Луны и включают заданную календарную дату (см. пример 3, стр. 13).

Эфемериды планет

Эфемериды планет, так же как и эфемериды Солнца и Луны, дают моменты восхода, верхней кульминации, захода и астрономические азимуты точек восхода и захода планет для пункта с географической широтой $\varphi = 56°$ и долготой $\lambda = 0^{ч}$. Прямые восхождения и склонения планет даны для $0^{ч}$ всемирного времени. Кроме этих данных, в эфемеридах планет даны также угловые диаметры их дисков, фазы, звездные величины и сведения о видимых движениях планет и условиях их наблюдения. В отличие от эфемерид Солнца и Луны, эфемериды планет даны не на каждый день, а с интервалом в 16 суток. Для Меркурия, на периоды его хорошей видимости, эфемериды даны также и с интервалом в четверо суток, а для Венеры и Марса — через 8 суток.

Для определения времени восхода, верхней кульминации и захода планет используют те же методы, что и для Солнца и Луны, предварительно распространив соответствующую часть эфемериды данной планеты на каждые сутки путем интерполяции (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. VI, § 1).

Интерполирование эфемеридных данных для Венеры необходимо проводить со вторыми разностями, а для Меркурия в некоторых случаях следует учитывать и третьи разности.

Планеты Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун могут иногда иметь на протяжении 16 календарных суток не 16, а 17 интервалов между последовательными восходами, верхними кульминациями или заходами. Это случается потому, что интервалы эти меньше $24^ч$. При интерполировании эфемеридных данных это обстоятельство необходимо учитывать.

Продолжительность видимости яркой планеты зависит от того, насколько совпадает период нахождения планеты над горизонтом (от ее восхода до захода) с ночным временем (от конца вечерних до начала утренних сумерек). Следовательно, началом периода видимости планеты может быть либо конец вечерних сумерек, либо ее восход, а концом периода видимости — либо заход планеты, либо начало утренних сумерек. Начало или конец утренних или вечерних сумерек можно вычислить по формуле (1,75) П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 14, либо найти по таблицам 26, 27 или по графикам рис. 213 этого же издания. Время и продолжительность видимости Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна в Астрономическом Календаре на 1977 г. даны для широты $\varphi = 56°$, причем число 0,0 означает восход (заход) планеты в самом начале (в конце) утренних (вечерних) гражданских сумерек, и поэтому планета может быть все-таки видна несколько минут; прочерк (—) означает невидимость планеты, а число в скобках, например ($14^ч$,6) показывает, что планета не только видна всю ночь, но восходит или (и) заходит в сумерки.

Для остальных эфемерид и таблиц Календаря необходимые объяснения даются в начале или в конце их.

Примеры

1. Найти момент верхней кульминации Солнца 5 июля 1977 г. на меридиане $\lambda = 8^ч\ 48^м$ (9-й пояс).

Сначала по данным на стр. 26 и по формуле (1) находим моменты верхних кульминаций Солнца на меридиане Гринвича для 4, 5 и 6 июля:

$$4 \text{ июля } T'_{0;56} = 12^ч\ 04^м\ 19^с,$$
$$5 \text{ июля } T_{0;56} = 12^ч\ 04^м\ 29^с,$$
$$6 \text{ июля } T''_{0;56} = 12^ч\ 04^м\ 39^с.$$

По формуле (5)

$$x_\lambda = \frac{8,80}{48}(12^ч04^м19^с - 12^ч04^м39^с) = -3^с,7 \approx -4^с,$$

а по формуле (3)

$$T_{кул} = 12^ч04^м29^с - 4^с = 12^ч04^м25^с.$$

Момент верхней кульминации $T_{кул}$ получен по местному среднему солнечному времени меридиана $\lambda = 8^ч48^м$.

2. Найти момент восхода Солнца 29 марта 1977 г. для пункта с географической широтой $\varphi = 61°31'$ ($\operatorname{tg} \varphi = 1,842$) и долготой $\lambda = 8^ч48^м$.

Из солнечной эфемериды (стр. 18) выписываем азимут восхода Солнца 29 марта 1977 г. $A_{0;56} = -97°$ и следующие моменты восхода:

$$28 \text{ марта } T'_{0;56} = 5^{ч}44^{м},$$
$$29 \text{ марта } T_{0;56} = 5^{ч}41^{м},$$
$$30 \text{ марта } T''_{0;56} = 5^{ч}38^{м}.$$

По номограмме на стр. 10 находим

$$x_{\varphi} = -6^{м},$$

а по формуле (5)

$$x_{\lambda} = \frac{8{,}8 + 0{,}1}{48}(5^{ч}44^{м} - 5^{ч}38^{м}) = +1^{м}{,}1 \approx +1^{м}$$

и наконец, по формуле (2) находим

$$T_{восх} = 5^{ч}41^{м} - 6^{м} + 1^{м} = 5^{ч}36^{м}$$

по местному среднему солнечному времени данного пункта.

Для вычисления поправки x_{φ} по первой формуле (4) по эфемеридному азимуту восхода $A_{0;56} = -97°$ находим из таблицы на стр. 9

$$m = +0{,}069, \quad \beta = +5°{,}8;$$

тогда из первой формулы (4)

$$\sin(+5°{,}8 - x_{\varphi}) = +0{,}069 \cdot 1{,}842 = +0{,}127$$

находим $x_{\varphi} = +5°{,}8 - 7°{,}3 = -1°{,}5 = -6^{м}$, т. е. ту же величину, которая была найдена и по номограмме.

3. Найти момент верхней кульминации Луны 3 мая 1977 г. на меридиане $\lambda = 4^{ч}\,30^{м}$ (4-й пояс).

Из лунной эфемериды (стр. 23) видно, что 3 мая 1977 г. кульминации Луны на начальном меридиане не будет (стоит черточка); она переходит на начало календарных суток 4 мая. Момент верхней кульминации $0^{ч}27^{м}$ 4 мая рассматриваем как $24^{ч}27^{м}$ 3 мая и со стр. 23 выписываем:

$$2 \text{ мая } T'_{0;56} = 23^{ч}27^{м},$$
$$3 \text{ мая } T_{0;56} = 24^{ч}27^{м},$$
$$5 \text{ мая } T''_{0;56} = 1^{ч}28^{м}.$$

По формуле (6) находим

$$x_{\lambda} = \frac{4{,}5}{48}(23^{ч}27^{м} - 25^{ч}28^{м}) = -11^{м}{,}3 \approx -11^{м}$$

и по формуле (3) находим момент верхней кульминации

$$T_{кул} = 24^{ч}27^{м} - 11^{м} = 24^{ч}16^{м}$$

3 мая 1977 г., т. е. в $0^{ч}16^{м}$ 4 мая по местному среднему солнечному времени меридиана $\lambda = 4^{ч}30^{м}$. По декретному времени этого пункта верхняя кульминация Луны будет в $0^{ч}46^{м}$ 4 мая 1977 г.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и. з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Январь					
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	145	8 32	15 35	47	18 45 31	+3 23,5	−23 01 39	+12,0	6 42 08
2	146	8 32	15 36	48	18 49 56	3 51,7	22 56 38	13,1	6 46 04
3	147	8 31	15 38	48	18 54 20	4 19,6	22 51 08	14,3	6 50 01
4	148	8 31	15 39	48	18 58 44	4 47,1	22 45 12	15,4	6 53 57
5	149	8 30	15 40	48	19 03 08	5 14,1	22 38 49	16,5	6 57 54
6	150	8 30	15 42	49	19 07 31	5 40,8	22 31 59	17,6	7 01 50
7	151	8 29	15 44	49	19 11 54	6 07,0	22 24 42	18,8	7 05 47
8	152	8 28	15 45	49	19 16 16	6 32,6	22 16 58	19,9	7 09 44
9	153	8 27	15 46	49	19 20 38	6 57,9	22 08 48	21,0	7 13 40
10	154	8 26	15 48	50	19 24 59	7 22,5	22 00 13	22,0	7 17 37
11	155	8 26	15 50	50	19 29 20	7 46,7	21 51 11	23,1	7 21 33
12	156	8 25	15 51	50	19 33 40	8 10,2	21 41 44	24,2	7 25 30
13	157	8 24	15 53	51	19 38 00	8 33,2	21 31 51	25,2	7 29 26
14	158	8 23	15 54	51	19 42 19	8 55,6	21 21 34	26,2	7 33 23
15	159	8 22	15 56	51	19 46 37	9 17,4	21 10 51	27,3	7 37 19
16	160	8 21	15 58	52	19 50 55	9 38,5	20 59 45	28,3	7 41 16
17	161	8 20	16 00	52	19 55 12	9 59,0	20 48 14	29,3	7 45 13
18	162	8 18	16 02	53	19 59 28	10 18,7	20 36 19	30,3	7 49 09
19	163	8 17	16 04	53	20 03 43	10 37,8	20 24 01	31,2	7 53 06
20	164	8 16	16 06	53	20 07 58	10 56,1	20 11 20	32,2	7 57 02
21	165	8 14	16 08	54	20 12 13	11 13,7	19 58 16	33,1	8 00 59
22	166	8 13	16 10	54	20 16 26	11 30,5	19 44 50	34,0	8 04 55
23	167	8 12	16 12	55	20 20 38	11 46,5	19 31 02	35,0	8 08 52
24	168	8 10	16 14	55	20 24 50	12 01,8	19 16 52	35,8	8 12 48
25	169	8 08	16 16	56	20 29 01	12 16,2	19 02 22	36,7	8 16 45
26	170	8 07	16 18	56	20 33 11	12 29,8	18 47 30	37,6	8 20 42
27	171	8 06	16 21	57	20 37 21	12 42,6	18 32 18	38,4	8 24 38
28	172	8 04	16 23	57	20 41 29	12 54,6	18 16 45	39,3	8 28 35
29	173	8 02	16 25	58	20 45 37	13 05,8	18 00 53	40,1	8 32 31
30	174	8 00	16 27	59	20 49 44	13 16,1	17 44 42	40,9	8 36 28
31	175	7 59	16 29	59	20 53 50	+13 25,6	−17 28 11	+41,6	8 40 24

Планеты: Меркурий (утром вторая половина месяца), Венера (вечером), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран (под утро), Нептун (утром, в конце месяца).

Метеорные потоки: 1—4 Квадрантиды.

3 января Солнце в перигее.

12 января 12 ч. 12 м. Меркурий проходит севернее Марса на 4°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Январь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	13 06	21 11	4 23	122	121	3 13 09	+16 12,6	14,8
2	13 43	21 59	5 23	125	124	4 02 20	18 01,6	14,8
3	14 27	22 49	6 19	126	126	4 52 50	19 03,9	14,9
4	15 20	23 38	7 07	125	126	5 44 23	19 14,5	15,0
5	16 21	— —	7 49	122	124	6 36 33	18 30,3	15,1
6	17 28	0 29	8 24	118	121	7 28 51	16 51,6	15,2
7	18 40	1 18	8 54	111	114	8 20 53	14 21,9	15,3
8	19 55	2 07	9 19	104	107	9 12 25	11 07,6	15,5
9	21 11	2 56	9 41	96	100	10 03 30	7 17,9	15,6
10	22 29	3 45	10 03	88	92	10 54 26	+3 03,5	15,7
11	23 48	4 34	10 24	79	84	11 45 42	—1 23,5	15,9
12	— —	5 24	10 47	—	76	12 37 53	5 49,9	16,0
13	1 08	6 16	11 13	71	68	13 31 38	10 01,3	16,1
14	2 28	7 11	11 44	64	62	14 27 26	13 42,3	16,2
15	3 46	8 08	12 22	58	57	15 25 29	16 37,0	16,3
16	4 58	9 06	13 11	55	54	16 25 31	18 30,8	16,3
17	6 02	10 06	14 11	54	54	17 26 43	19 12,8	16,3
18	6 53	11 05	15 21	56	57	18 27 50	18 39,2	16,2
19	7 34	12 02	16 36	60	62	19 27 38	16 54,0	16,1
20	8 07	12 56	17 54	66	69	20 25 06	14 08,9	16,0
21	8 33	13 47	19 11	73	76	21 19 50	10 39,4	15,8
22	8 56	14 36	20 26	81	84	22 11 52	6 42,1	15,6
23	9 16	15 22	21 39	88	92	23 01 36	—2 32,4	15,4
24	9 36	16 06	22 49	96	100	23 49 39	+1 37,2	15,2
25	9 55	16 50	23 57	103	107	0 36 39	5 36,2	15,0
26	10 16	17 35	— —	109	—	1 23 17	9 16,4	14,9
27	10 40	18 19	1 04	115	113	2 10 07	12 30,8	14,8
28	11 08	19 05	2 09	120	118	2 57 39	15 13,0	14,8
29	11 41	19 52	3 10	123	122	3 46 14	17 16,9	14,8
30	12 22	20 41	4 08	125	125	4 36 00	18 36,8	14,8
31	13 11	21 30	4 59	125	126	5 26 57	+19 07,3	14,9

○ 5 января 12 ч. 11 м.
☾ 12 » 19 ч. 56 м.
● 19 » 14 ч. 12 м.
☽ 27 » 5 ч. 12 м.

Луна в перигее 16 января 10 ч.
Луна в апогее 28 » 6 ч.
Луна в восходящем узле 13 января 8 ч.
Луна в нисходящем узле 26 » 11 ч.

Соединения планет с Луной:

1 янв.	2 ч. 06 м.	Юпитер	на 0°,8	к сев.
8 »	0 ч. 06 м.	Сатурн	на 6°	к сев.
14 »	3 ч. 36 м.	Уран	на 0°,7	к югу
16 »	12 ч. 06 м.	Нептун	на 2°	к югу
18 »	1 ч. 00 м.	Меркурий	на 2°	к югу
18 »	11 ч. 54 м.	Марс	на 6°	к югу
23 »	11 ч. 24 м.	Венера	на 3°	к югу
28 »	9 ч. 36 м.	Юпитер	на 1°	к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
	Февраль								
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	176	7 57	16 31	60	20 57 55	+13 34,2	−17 11 22	+42,4	8 44 21
2	177	7 55	16 33	60	21 02 00	13 42,0	16 54 15	43,3	8 48 17
3	178	7 53	16 36	61	21 06 03	13 49,1	16 36 51	43,9	8 52 14
4	179	7 51	16 38	61	21 10 06	13 52,2	16 19 09	44,6	8 56 11
5	180	7 49	16 40	62	21 14 08	14 00,6	16 01 10	45,3	9 00 07
6	181	7 47	16 42	62	21 18 09	14 05,2	15 42 54	46,0	9 04 04
7	182	7 45	16 44	63	21 22 09	14 08,9	15 24 22	46,7	9 08 00
8	183	7 43	16 47	64	21 26 09	14 11,9	15 05 35	47,3	9 11 57
9	184	7 41	16 49	64	21 30 07	14 14,1	14 46 32	47,9	9 15 53
10	185	7 39	16 51	65	21 34 05	14 15,1	14 27 14	48,6	9 19 50
11	186	7 36	16 54	66	21 38 03	14 16,2	14 07 41	49,2	9 23 46
12	187	7 34	16 56	66	21 41 59	14 16,1	13 47 55	49,7	9 27 43
13	188	7 32	16 58	67	21 45 55	14 15,3	13 27 54	50,3	9 31 40
14	189	7 30	17 00	67	21 49 50	14 13,8	13 07 41	50,8	9 35 36
15	190	7 28	17 02	68	21 53 44	14 11,5	12 47 14	51,4	9 39 33
16	191	7 25	17 04	69	21 57 38	14 08,5	12 26 35	51,9	9 43 29
17	192	7 23	17 06	69	22 01 31	14 04,8	12 05 44	52,4	9 47 26
18	193	7 20	17 08	70	22 05 23	14 00,4	11 44 42	52,8	9 51 22
19	194	7 18	17 10	71	22 09 14	13 55,3	11 23 28	53,3	9 55 19
20	195	7 16	17 13	71	22 13 05	13 49,6	11 02 04	53,7	9 59 15
21	196	7 13	17 15	72	22 16 55	13 43,1	10 40 30	54,1	10 03 12
22	197	7 11	17 17	73	22 20 45	13 36,0	10 18 46	54,6	10 07 09
23	198	7 08	17 20	73	22 24 33	13 28,3	9 56 52	54,9	10 11 05
24	199	7 06	17 22	74	22 28 22	13 20,0	9 34 49	55,3	10 15 02
25	200	7 04	17 24	75	22 32 09	13 11,0	9 12 38	55,6	10 18 58
26	201	7 02	17 26	75	22 35 56	13 01,4	8 50 18	56,0	10 22 55
27	202	6 59	17 28	76	22 39 43	12 51,2	8 27 50	56,3	10 26 51
28	203	6 56	17 30	77	22 43 28	+12 40,5	−8 05 16	+56,6	10 30 48

Планеты: Меркурий (утром в начале месяца) (?), Венера (!), Юпитер, Сатурн (!), Уран (после полуночи), Нептун.

12 февраля 18 ч. 54 м. Меркурий проходит южнее Марса на 0°,1.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Февраль							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	14 08	22 20	5 44	124	124	6 18 49	+18 44,7	15,1
2	15 13	23 11	6 22	120	121	7 11 16	17 27,1	15,2
3	16 24	— —	6 55	114	116	8 03 54	15 15,9	15,4
4	17 39	0 01	7 22	107	110	8 56 26	12 15,7	15,6
5	18 56	0 51	7 47	99	103	9 48 43	8 34,5	15,7
6	20 15	1 41	8 09	91	95	10 40 51	+4 23,2	15,8
7	21 35	2 31	8 31	82	87	11 33 08	—0 05,0	15,9
8	22 55	3 22	8 54	74	79	12 25 59	4 35,4	16,0
9	— —	4 13	9 19	—	71	13 19 51	8 52,7	16,1
10	0 15	5 07	9 48	67	64	14 15 09	12 41,3	16,1
11	1 33	6 02	10 24	60	59	15 12 04	15 46,2	16,1
12	2 46	6 59	11 08	56	55	16 10 29	17 54,4	16,1
13	3 51	7 57	12 02	54	54	17 09 50	18 56,3	16,1
14	4 46	8 55	13 06	55	56	18 09 18	18 47,4	16,1
15	5 30	9 51	14 17	58	60	19 07 55	17 29,5	16,0
16	6 05	10 45	15 32	63	66	20 04 52	15 10,3	15,9
17	6 34	11 37	16 48	70	73	20 59 41	12 01,9	15,8
18	6 58	12 26	18 04	77	80	21 52 15	8 18,7	15,6
19	7 20	13 13	19 17	84	88	22 42 47	4 15,5	15,4
20	7 40	13 59	20 29	92	96	23 31 43	—0 05,8	15,3
21	8 00	14 44	21 39	99	108	0 19 33	+3 58,4	15,1
22	8 21	15 28	22 47	106	110	1 06 48	7 47,3	15,0
23	8 44	16 13	23 53	112	116	1 54 00	11 12,5	14,9
24	9 10	16 58	— —	118	—	2 41 32	14 07,0	14,8
25	9 41	17 45	0 56	122	120	3 29 46	16 24,6	14,8
26	10 18	18 32	1 55	124	124	4 18 54	18 00,2	14,8
27	11 02	19 20	2 48	125	125	5 08 58	18 48,9	14,9
28	11 55	20 10	3 36	124	125	5 59 55	+18 47,0	15,0

○ 4 февраля 3 ч. 57 м.
☾ 11 » 4 ч. 08 м.
● 18 » 3 ч. 38 м.
☽ 26 » 2 ч. 51 м.

Луна в перигее 11 фев. 4 ч.
Луна в апогее 25 » 3 ч.
Луна в восходящем узле 9 фев. 8 ч.
Луна в нисходящем узле 22 » 14 ч.

Соединения планет с Луной:

4 фев. 3 ч. 36 м. Сатурн на 6° к сев.
10 » 9 ч. 36 м. Уран на 1° к югу.
12 » 19 ч. 42 м. Нептун на 2° к югу.
16 » 11 ч. 54 м. Марс на 6° к югу.
16 » 17 ч. 12 м. Меркурий на 7° к югу.
21 » 17 ч. 06 м. Венера на 3° к сев.
24 » 22 ч. 24 м. Юпитер на 2° к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Март				
	2443	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	204	6 54	17 32	77	22 47 14	+12 29,2	−7 42 34	+56,9	10 34 44
2	205	6 52	17 34	78	22 50 58	12 17,4	7 19 46	57,2	10 38 41
3	206	6 49	17 36	79	22 54 43	12 05,1	6 56 51	57,4	10 42 38
4	207	6 46	17 39	79	22 58 26	11 52,3	6 33 50	57,6	10 46 34
5	208	6 44	17 41	80	23 02 10	11 39,0	6 10 45	57,8	10 50 31
6	209	6 41	17 43	81	23 05 52	11 25,3	5 47 34	58,1	10 54 27
7	210	6 38	17 45	82	23 09 35	11 11,2	5 24 18	58,2	10 58 24
8	211	6 36	17 47	82	23 13 17	10 56,6	5 00 58	58,4	11 02 20
9	212	6 33	17 49	83	23 16 59	10 41,7	4 37 34	58,6	11 06 17
10	213	6 30	17 51	84	23 20 40	10 26,5	4 14 06	58,7	11 10 13
11	214	6 28	17 53	84	23 24 21	10 10,9	3 50 35	58,9	11 14 10
12	215	6 26	17 55	85	23 28 02	9 55,0	3 27 01	59,0	11 18 07
13	216	6 23	17 57	86	23 31 42	9 38,9	3 03 24	59,1	11 22 03
14	217	6 20	17 59	86	23 35 22	9 22,5	2 39 46	59,2	11 26 00
15	218	6 18	18 02	87	23 39 02	9 05,8	2 16 05	59,2	11 29 56
16	219	6 16	18 04	88	23 42 42	8 48,9	1 52 24	59,3	11 33 53
17	220	6 13	18 06	89	23 46 21	8 31,8	1 28 41	59,3	11 37 49
18	221	6 10	18 08	89	23 50 00	8 14,6	1 04 57	59,3	11 41 46
19	222	6 08	18 10	90	23 53 40	7 57,1	0 41 14	59,3	11 45 42
20	223	6 05	18 12	91	23 57 18	7 39,5	−0 17 30	59,3	11 49 39
21	224	6 02	18 14	91	0 00 57	7 21,8	+0 06 12	59,3	11 53 35
22	225	6 00	18 16	92	0 04 36	7 03,9	0 29 54	59,2	11 57 32
23	226	5 57	18 18	93	0 08 14	6 45,9	0 53 35	59,2	12 01 29
24	227	5 54	18 20	94	0 11 53	6 27,9	1 17 14	59,1	12 05 25
25	228	5 52	18 22	94	0 15 31	6 09,8	1 40 51	59,0	12 09 22
26	229	5 49	18 24	95	0 19 10	5 51,6	2 04 25	58,9	12 13 18
27	230	5 46	18 26	96	0 22 48	5 33,4	2 27 57	58,8	12 17 15
28	231	5 44	18 28	96	0 26 26	5 15,1	2 51 26	58,6	12 21 11
29	232	5 41	18 30	97	0 30 05	4 56,9	3 14 51	58,5	12 25 08
30	233	5 38	18 32	98	0 33 43	4 38,7	3 38 12	58,3	12 29 04
31	234	5 36	18 34	98	0 37 22	+4 20,6	+4 01 29	+58,1	12 33 01

Планеты: Меркурий (вечером, конец месяца), Венера (вечером), Юпитер (вечером), Сатурн (!), Уран, Нептун.

27 марта 19 ч. 18 м. Меркурий проходит южнее Венеры на 8°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = $0^ч$ и φ = 56°					в $0^ч$ всемирного времени		
	Март							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	12 56	21 00	4 17	121	123	6 51 34	+17 52,2	15,1
2	14 03	21 50	4 52	117	119	7 43 41	16 04,3	15,3
3	15 16	22 40	5 22	110	113	8 36 06	13 25,4	15,5
4	16 33	23 31	5 48	103	106	9 28 41	10 00,9	15,7
5	17 53	— —	6 12	95	99	10 21 32	5 59,7	15,9
6	19 14	0 22	6 35	86	90	11 14 48	+1 33,7	16,1
7	20 37	1 14	6 58	77	82	12 08 50	—3 02,1	16,2
8	21 59	2 07	7 23	69	74	13 03 56	7 30,4	16,3
9	23 20	3 01	7 52	63	63	14 00 22	11 33,5	16,3
10	— —	3 58	8 26	—	60	14 58 12	14 54,3	16,3
11	0 36	4 55	9 08	57	56	15 57 10	17 18,5	16,2
12	1 44	5 53	9 59	55	55	16 56 41	18 36,5	16,1
13	2 42	6 50	10 59	55	55	17 55 56	18 44,3	16,0
14	3 28	7 46	12 07	57	59	18 54 03	17 44,0	15,9
15	4 06	8 39	13 19	62	64	19 50 25	15 42,9	15,8
16	4 36	9 31	14 33	67	70	20 44 39	12 52,0	15,6
17	5 02	10 20	15 47	74	77	21 36 47	9 23,9	15,5
18	5 24	11 07	17 01	82	85	22 27 03	5 31,7	15,4
19	5 44	11 53	18 12	89	93	23 15 52	—1 28,0	15,2
20	6 04	12 37	19 23	96	100	0 03 43	+2 35,6	15,1
21	6 25	13 24	20 31	103	107	0 51 04	6 28,4	15,0
22	6 47	14 07	21 38	110	113	1 38 22	10 01,3	14,9
23	7 12	14 52	22 43	115	118	2 25 57	13 06,2	14,8
24	7 41	15 38	23 43	120	122	3 14 05	15 36,1	14,8
25	8 16	16 25	— —	125	—	4 02 54	17 25,3	14,7
26	8 57	17 13	0 39	125	124	4 52 26	18 29,3	14,8
27	9 45	18 01	1 28	125	125	5 42 35	18 44,6	14,8
28	10 41	18 49	2 11	123	124	6 33 14	18 09,2	15,0
29	11 45	19 38	2 48	119	120	7 24 14	16 42,8	15,1
30	12 54	20 28	3 19	113	116	8 15 32	14 26,6	15,3
31	14 07	21 17	3 47	107	110	9 07 07	+11 24,1	15,5

○ 5 марта 17 ч. 14 м.
☾ 12 » 11 ч. 35 м.
● 19 » 18 ч. 33 м.
☽ 27 » 22 ч. 27 м.

Луна в перигее 8 марта 23 ч.
Луна в апогее 24 » 22 ч.
Луна в восходящем узле 8 марта 12 ч.
Луна в нисходящем узле 21 » 8 ч.

Соединения планет с Луной:

3 марта	9 ч. 06 м.	Сатурн	на 6° к сев.
9 »	15 ч. 12 м.	Уран	на 1° к югу.
12 »	1 ч. 30 м.	Нептун	на 3° к югу.
17 »	12 ч. 12 м.	Марс	на 6° к югу.
20 »	5 ч. 18 м.	Меркурий	на 3° к югу.
21 »	13 ч. 06 м.	Венера	на 8° к сев.
24 »	14 ч. 42 м.	Юпитер	на 2° к сев.
30 »	16 ч. 36 м.	Сатурн	на 6° к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Апрель				
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	235	5 34	18 36	99	0 41 00	+4 02,5	+4 24 42	+57,9	12 36 58
2	236	5 31	18 38	100	0 44 39	3 44,5	4 47 50	57,7	12 40 54
3	237	5 28	18 40	101	0 48 17	3 26,6	5 10 52	57,5	12 44 51
4	238	5 26	18 42	101	0 51 56	3 08,9	5 33 49	57,3	12 48 47
5	239	5 23	18 45	102	0 55 35	2 51,3	5 56 40	57,0	12 52 44
6	240	5 20	18 47	103	0 59 14	2 33,9	6 19 26	56,8	12 56 40
7	241	5 18	18 49	103	1 02 54	2 16,7	6 42 04	56,5	13 00 37
8	242	5 15	18 51	104	1 06 33	1 59,7	7 04 36	56,2	13 04 33
9	243	5 12	18 53	105	1 10 13	1 43,0	7 27 01	55,9	13 08 30
10	244	5 10	18 55	105	1 13 53	1 26,6	7 49 18	55,6	13 12 27
11	245	5 07	18 57	106	1 17 33	1 10,4	8 11 28	55,2	13 16 23
12	246	5 04	18 59	107	1 21 14	0 54,5	8 33 29	54,9	13 20 20
13	247	5 02	19 01	107	1 24 55	0 39,0	8 55 22	54,5	13 24 16
14	248	4 59	19 03	108	1 28 36	0 23,8	9 17 06	54,1	13 28 13
15	249	4 56	19 05	109	1 32 18	+0 08,9	9 38 40	53,8	13 32 09
16	250	4 54	19 07	109	1 36 00	−0 05,6	10 00 05	53,3	13 36 06
17	251	4 52	19 09	110	1 39 43	0 19,8	10 21 21	52,9	13 40 02
18	252	4 49	19 11	111	1 43 25	0 33,5	10 42 26	52,5	13 43 59
19	253	4 46	19 13	111	1 47 09	0 46,9	11 03 20	52,0	13 47 55
20	254	4 44	19 15	112	1 50 52	0 59,8	11 24 04	51,6	13 51 52
21	255	4 42	19 17	113	1 54 36	1 12,4	11 44 36	51,1	13 55 49
22	256	4 39	19 19	113	1 58 21	1 24,5	12 04 57	50,6	13 59 45
23	257	4 37	19 21	114	2 02 06	1 36,2	12 25 05	50,1	14 03 42
24	258	4 34	19 23	115	2 05 51	1 47,4	12 45 02	49,6	14 07 38
25	259	4 32	19 25	115	2 09 37	1 58,2	13 04 46	49,1	14 11 35
26	260	4 30	19 27	116	2 13 23	2 08,6	13 24 16	48,5	14 15 31
27	261	4 28	19 29	116	2 17 10	2 18,4	13 43 34	48,0	14 19 28
28	262	4 26	19 31	117	2 20 57	2 27,8	14 02 38	47,4	14 23 24
29	263	4 23	19 33	118	2 24 44	2 36,6	14 21 28	46,8	14 27 21
30	264	4 21	19 35	118	2 28 33	−2 45,0	+14 40 04	+46,2	14 31 18

Планеты: Меркурий (вечером) (!), Венера (утром) (?), Юпитер (вечером) Сатурн, Уран, Нептун.

Метеорные потоки: 15—26 Лириды.

4 апреля частное лунное затмение, невидимое на территории СССР (см. стр. 65).

18 апреля кольцеобразное солнечное затмение, невидимое на территории СССР (см. стр. 64).

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Апрель							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	15 25	22 07	4 11	99	102	9 59 11	+7 41,1	15,8
2	16 45	23 00	4 35	90	94	10 51 59	+3 26,9	16,0
3	18 08	23 53	4 58	82	86	11 45 55	—1 06,3	16,2
4	19 33	— —	5 23	73	78	12 41 22	5 42,2	16,4
5	20 58	0 48	5 51	66	70	13 38 37	10 02,1	16,5
6	22 19	1 46	6 24	59	63	14 37 43	13 45,7	16,5
7	23 32	2 45	7 04	56	58	15 38 20	16 34,8	16,5
8	— —	3 45	7 53	—	55	16 39 42	18 16,1	16,4
9	0 36	4 44	8 52	55	55	17 40 44	18 43,5	16,2
10	1 27	5 41	9 59	56	57	18 40 21	17 58,9	16,1
11	2 08	6 36	11 10	60	62	19 37 45	16 10,3	15,9
12	2 40	7 28	12 24	66	68	20 32 34	13 30,0	15,7
13	3 06	8 17	13 37	72	75	21 24 51	10 11,1	15,5
14	3 29	9 04	14 50	79	83	22 14 58	6 26,7	15,4
15	3 50	9 50	16 01	87	90	23 03 28	—2 28,7	15,2
16	4 10	10 34	17 11	94	98	23 50 54	+1 32,0	15,1
17	4 30	11 19	18 19	101	105	0 37 50	5 25,6	15,0
18	4 51	12 03	19 27	107	111	1 24 47	9 02,8	14,9
19	5 15	12 48	20 32	113	117	2 12 05	12 15,4	14,8
20	5 43	13 34	21 34	118	121	3 00 01	14 55,7	14,7
21	6 15	14 20	22 31	122	124	3 48 39	16 57,2	14,7
22	6 53	15 08	23 23	124	125	4 37 58	18 14,6	14,7
23	7 39	15 55	— —	125	—	5 27 49	18 44,3	14,8
24	8 32	16 43	0 08	124	124	6 17 57	18 24,4	14,8
25	9 31	17 31	0 46	121	122	7 08 11	17 14,7	14,9
26	10 36	18 19	1 19	116	118	7 58 26	15 16,8	15,1
27	11 46	19 07	1 47	110	112	8 48 42	12 33,8	15,3
28	13 00	19 55	2 12	103	106	9 39 13	9 10,6	15,5
29	14 17	20 45	2 36	95	98	10 30 21	5 13,7	15,8
30	15 37	21 37	2 58	86	90	11 22 36	+0 52,6	16,0

○ 4 апреля 4 ч. 10 м.
☾ 10 » 19 ч. 15 м.
● 18 » 10 ч. 36 м;
☽ 26 » 14 ч. 43 м

Луна в перигее 5 апреля 21 ч.
Луна в апогее 21 » 12 ч.
Луна в восходящем узле 4 апр. 20 ч.
Луна в нисходящем узле 18 апр. 3 ч.

Соединения планет с Луной:

5 апр.	22 ч. 30 м.	Уран	на 1° к югу.
8 »	8 ч. 00 м.	Нептун	на 3° к югу.
15 »	12 ч. 06 м.	Марс	на 4° к югу.
16 »	19 ч. 48 м.	Венера	на 5° к сев.
19 »	16 ч. 18 м.	Меркурий	на 5° к сев.
21 »	8 ч. 54 м.	Юпитер	на 3° к сев.
27 »	1 ч. 24 м.	Сатурн	на 6° к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
Май									
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	265	4 19	19 37	119	2 32 21	—2 52,9	+14 58 25	+45,6	14 35 14
2	266	4 16	19 40	120	2 36 10	3 00,2	15 16 31	45,0	14 39 11
3	267	4 14	19 42	120	2 40 00	3 07,1	15 34 22	44,3	14 43 07
4	268	4 12	19 44	121	2 43 50	3 13,3	15 51 58	43,7	14 47 04
5	269	4 10	19 46	121	2 47 41	3 19,0	16 09 18	43,0	14 51 00
6	270	4 08	19 48	122	2 51 33	3 24,2	16 26 21	42,3	14 54 57
7	271	4 05	19 49	122	2 55 25	3 28,8	16 43 09	41,6	14 58 53
8	272	4 03	19 51	123	2 59 17	3 32,7	16 59 40	40,9	15 02 50
9	273	4 01	19 53	124	3 03 10	3 36,1	17 15 54	40,2	15 06 47
10	274	3 59	19 55	124	3 07 04	3 38,9	17 31 50	39,5	15 10 43
11	275	3 57	19 57	125	3 10 59	3 41,2	17 47 30	38,8	15 14 40
12	276	3 55	19 59	125	3 14 53	3 42,8	18 02 51	38,0	15 18 36
13	277	3 53	20 01	126	3 18 49	3 43,8	18 17 54	37,2	15 22 33
14	278	3 51	20 03	126	3 22 45	3 44,2	18 32 38	36,5	15 26 29
15	279	3 49	20 05	127	3 26 42	3 44,1	18 47 04	35,7	15 30 26
16	280	3 47	20 07	127	3 30 39	3 43,4	19 01 11	34,9	15 34 22
17	281	3 45	20 09	128	3 34 37	3 42,1	19 14 59	34,1	15 38 19
18	282	3 44	20 10	128	3 38 35	3 40,2	19 28 27	33,3	15 42 16
19	283	3 42	20 12	129	3 42 34	3 37,8	19 41 35	32,4	15 46 12
20	284	3 40	20 14	129	3 46 34	3 34,8	19 54 24	31,6	15 50 09
21	285	3 38	20 16	130	3 50 34	3 31,3	20 06 51	30,7	15 54 05
22	286	3 37	20 18	130	3 54 34	3 27,3	20 18 59	29,9	15 58 02
23	287	3 36	20 19	130	3 58 36	3 22,8	20 30 45	29,0	16 01 58
24	288	3 34	20 21	131	4 02 37	3 17,7	20 42 10	28,1	16 05 55
25	289	3 32	20 22	131	4 06 39	3 12,2	20 53 14	27,2	16 09 51
26	290	3 31	20 24	132	4 10 42	3 06,1	21 03 56	26,3	16 13 48
27	291	3 30	20 26	132	4 14 45	2 59,6	21 14 16	25,4	16 17 45
28	292	3 28	20 27	132	4 18 48	2 52,7	21 24 15	24,5	16 21 41
29	293	3 27	20 28	133	4 22 52	2 45,3	21 33 51	23,5	16 25 38
30	294	3 26	20 30	133	4 26 57	2 37,5	21 43 04	22,6	16 29 34
31	295	3 24	20 32	134	4 31 02	—2 29,2	+21 51 55	+21,6	16 33 31

Планеты: Венера (утром) (!), Сатурн, Уран, Нептун.
Метеорные потоки: 2—5 γ-Аквариды.
13 мая 18 ч. 12 м. Венера проходит севернее Марса на 1°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Май							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	17 00	22 31	3 22	77	82	12 16 30	—3 40,2	16,3
2	18 26	23 27	3 47	69	74	13 12 37	8 08,4	16,5
3	19 50	— —	4 18	62	66	14 11 15	12 12,4	16,6
4	21 10	0 27	4 55	57	60	15 12 18	15 31,0	16,7
5	22 21	1 28	5 41	55	56	16 15 07	17 45,5	16,7
6	23 20	2 30	6 37	55	55	17 18 28	18 43,8	16,6
7	— —	3 31	7 44	—	56	18 20 51	18 23,3	16,4
8	0 06	4 29	8 56	59	60	19 21 00	16 51,1	16,2
9	0 42	5 23	10 12	64	66	20 18 09	14 20,1	15,9
10	1 11	6 15	11 27	70	73	21 12 10	11 06,1	15,7
11	1 35	7 03	12 40	77	80	22 03 24	7 24,0	15,5
12	1 57	7 49	13 52	84	88	22 52 26	—3 26,9	15,3
13	2 17	8 33	15 02	91	95	23 39 59	+0 34,1	15,1
14	2 36	9 17	16 10	99	102	0 26 43	4 29,3	15,0
15	2 57	10 01	17 17	105	109	1 13 15	8 10,4	14,9
16	3 20	10 46	18 23	111	115	2 00 07	11 29,3	14,8
17	3 45	11 31	19 26	117	120	2 47 37	14 18,6	14,7
18	4 16	12 17	20 25	121	123	3 35 58	16 31,3	14,7
19	4 52	13 04	21 19	124	125	4 25 07	18 01,7	14,7
20	5 35	13 52	22 07	125	125	5 14 55	18 45,1	14,7
21	6 25	14 40	22 48	124	123	6 05 02	18 39,1	14,8
22	7 22	15 27	23 22	122	119	6 55 11	17 43,2	14,8
23	8 25	16 15	23 51	118	114	7 45 07	15 59,3	14,9
24	9 32	17 02	— —	112	—	8 34 45	13 30,7	15,1
25	10 43	17 49	0 17	106	108	9 24 12	10 22,5	15,3
26	11 56	18 36	0 40	98	102	10 13 49	6 40,9	15,5
27	13 12	19 25	1 02	90	94	11 04 06	+2 33,9	15,7
28	14 32	20 16	1 23	82	86	11 55 40	—1 48,6	16,0
29	15 54	21 10	1 47	73	78	12 49 13	6 14,1	16,2
30	17 18	22 07	2 14	66	70	13 45 23	10 26,4	16,4
31	18 41	23 07	2 46	59	63	14 44 29	—14 06,3	16,6

○ 3 мая 13 ч. 04 м.
☾ 10 » 4 ч. 09 м.
● 18 » 2 ч. 52 м.
☽ 26 » 3 ч. 21 м.

Луна в перигее 4 мая 05 ч.
Луна в апогее 18 » 18 ч.
Луна в восходящем узле 2 мая 7 ч.
Луна в нисходящем узле 15 мая 8 ч.
Луна в восходящем узле 29 мая 16 ч.

Соединения планет с Луной:

3 мая 7 ч. 12 м. Уран на 1° к югу.
5 » 16 ч. 18 м. Нептун на 3° к югу.
14 » 11 ч. 30 м. Венера на 1° к югу.
14 » 11 ч. 42 м. Марс на 2° к югу.
16 » 7 ч. 24 м. Меркурий на 2° к югу.
24 » 10 ч. 54 м. Сатурн на 6° к сев.
30 » 16 ч. 12 м. Уран на 1° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Июнь					
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	296	3 23	20 33	134	4 35 07	—2 20,6	+22 00 24	+20,7	16 37 27
2	297	3 22	20 34	134	4 39 12	2 11,6	22 08 29	19,7	16 41 24
3	298	3 21	20 36	134	4 43 18	2 02,1	22 16 11	18,8	16 45 20
4	299	3 20	20 37	135	4 47 25	1 52,3	22 23 29	17,8	16 49 17
5	300	3 19	20 38	135	4 51 31	1 42,1	22 30 25	16,8	16 53 14
6	301	3 18	20 39	135	4 55 39	1 31,6	22 36 56	15,8	16 57 10
7	302	3 18	20 40	135	4 59 46	1 20,7	22 43 04	14,8	17 01 07
8	303	3 17	20 42	136	5 03 54	1 09,5	22 48 48	13,8	17 05 03
9	304	3 16	20 43	136	5 08 02	0 58,1	22 54 08	12,8	17 09 00
10	305	3 16	20 44	136	5 12 10	0 46,3	22 59 04	11,8	17 12 56
11	306	3 15	20 44	136	5 16 19	0 34,3	23 03 35	10,8	17 16 53
12	307	3 14	20 45	136	5 20 27	0 22,1	23 07 42	9,8	17 20 49
13	308	3 14	20 46	137	5 24 36	—0 09,6	23 11 25	8,8	17 24 46
14	309	3 14	20 47	137	5 28 46	+0 03,0	23 14 43	7,7	17 28 43
15	310	3 14	20 48	137	5 32 55	0 15,8	23 17 36	6,7	17 32 39
16	311	3 13	20 48	137	5 37 04	0 28,6	23 20 05	5,7	17 36 36
17	312	3 13	20 49	137	5 41 14	0 41,6	23 22 09	4,7	17 40 32
18	313	3 13	20 49	137	5 45 24	0 54,7	23 23 49	3,6	17 44 29
19	314	3 13	20 50	137	5 49 33	1 07,8	23 25 04	2,6	17 48 25
20	315	3 13	20 50	137	5 53 43	1 21,0	23 25 53	1,6	17 52 22
21	316	3 13	20 50	137	5 57 53	1 34,2	23 26 19	+0,5	17 56 18
22	317	3 13	20 50	137	6 02 02	1 47,2	23 26 19	—0,5	18 00 15
23	318	3 14	20 50	137	6 06 12	2 00,3	23 25 54	1,5	18 04 12
24	319	3 14	20 51	137	6 10 21	2 13,3	23 25 05	2,6	18 08 08
25	320	3 14	20 51	137	6 14 31	2 26,1	23 23 51	3,6	18 12 05
26	321	3 14	20 51	137	6 18 40	2 38,8	23 22 13	4,6	18 16 01
27	322	3 15	20 50	137	6 22 49	2 51,4	23 20 09	5,6	18 19 58
28	323	3 16	20 50	137	6 26 58	3 03,8	23 17 41	6,7	18 23 54
29	324	3 16	20 50	137	6 31 07	3 16,0	23 14 49	7,7	18 27 51
30	325	3 17	20 50	137	6 35 15	+3 27,9	+23 11 32	—8,7	18 31 47

Планеты: Венера (утром) (?), Марс (утром) (?), Сатурн (вечером) (?), Уран (вечером), Нептун.

Метеорные потоки: 26—30 Боотиды, весь месяц Скорпиониды, 26 июня — 2 июля π-Корониды.

3 июня 13 ч. 12 м. Венера проходит южнее Марса на 1°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Июнь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	19 58	— —	3 27	56	58	15 46 22	—16 53,4	16,7
2	21 05	0 10	4 18	55	55	16 50 09	18 30,0	16,7
3	21 59	1 13	5 21	57	55	17 54 22	18 46,2	16,6
4	22 41	2 14	6 33	61	58	18 57 18	17 42,4	16,5
5	23 14	3 12	7 50	67	63	19 57 37	15 29,5	16,3
6	23 40	4 07	9 08	74	70	20 54 37	12 23,7	16,0
7	— —	4 58	10 25	—	77	21 48 20	8 42,9	15,8
8	0 03	5 46	11 39	81	85	22 39 12	4 43,1	15,5
9	0 24	6 31	12 51	89	93	23 27 57	—0 37,6	15,3
10	0 44	7 16	14 00	96	100	0 15 19	+3 23,2	15,1
11	1 04	8 00	15 08	103	107	1 02 03	7 10,5	14,9
12	1 25	8 44	16 14	109	113	1 48 45	10 36,9	14,8
13	1 50	9 29	17 18	115	118	2 35 56	13 35,3	14,8
14	2 18	10 15	18 19	120	122	3 23 55	15 59,2	14,7
15	2 52	11 16	19 15	123	124	4 12 47	17 42,5	14,7
16	3 33	11 49	20 05	125	125	5 02 28	18 40,2	14,7
17	4 20	12 37	20 49	125	124	5 52 42	18 48,8	14,8
18	5 15	13 25	21 26	123	121	6 43 07	18 07,0	14,8
19	6 17	14 13	21 57	120	116	7 33 22	16 35,9	14,9
20	7 22	15 00	22 23	114	111	8 23 12	14 18,9	15,0
21	8 32	15 47	22 47	108	104	9 12 37	11 21,4	15,1
22	9 43	16 33	23 08	101	97	10 01 45	7 50,2	15,3
23	10 57	17 21	23 29	93	89	10 51 02	+3 53,3	15,5
24	12 13	18 09	23 51	85	82	11 41 00	—0 20,1	15,7
25	13 31	19 00	— —	77	—	12 32 20	4 39,1	15,9
26	14 51	19 53	0 16	69	74	13 25 45	8 50,5	16,1
27	16 13	20 50	0 44	63	66	14 21 50	12 38,8	16,3
28	17 31	21 50	1 19	57	60	15 20 51	15 45,9	16,5
29	18 43	22 52	2 03	55	56	16 22 33	17 54,1	16,6
30	19 44	23 54	2 59	55	55	17 25 58	—18 48,6	16,6

○ 1 июня 20 ч. 32 м.
☾ 8 » 15 ч. 08 м.
● 16 » 18 ч. 24 м.
☽ 24 » 12 ч. 45 м.

Луна в перигее 1 июня 15 ч.
Луна в апогее 14 » 21 ч.
Луна в перигее 30 » 00 ч.
Луна в нисходящем узле 11 июня 12 ч.
Луна в восходящем узле 25 » 21 ч.

Соединения планет с Луной:

2 июня	1 ч. 48 м.	Нептун	на 3°	к югу
12 »	11 ч. 24 м.	Марс	на 0°,1	к сев.
12 »	14 ч. 24 м.	Венера	на 1°	к югу.
15 »	5 ч. 18 м.	Меркурий	на 2°	к сев.
20 »	21 ч. 18 м.	Сатурн	на 6°	к сев.
27 »	0 ч. 18 м.	Уран	на 1°	к югу.
29 »	11 ч. 12 м.	Нептун	на 3°	к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Июль				
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	326	3 18	20 49	136	6 39 24	+3 39,6	+23 07 51	−9,7	18 35 44
2	327	3 18	20 48	136	6 43 32	3 51,1	23 03 45	10,7	18 39 41
3	328	3 19	20 48	136	6 47 40	4 02,4	22 59 16	11,7	18 43 37
4	329	3 20	20 48	136	6 51 47	4 13,3	22 54 22	12,7	18 47 34
5	330	3 21	20 47	136	6 55 54	4 23,9	22 49 04	13,7	18 51 30
6	331	3 22	20 46	135	7 00 01	4 34,2	22 43 22	14,7	18 55 27
7	332	3 23	20 46	135	7 04 08	4 44,2	22 37 17	15,7	18 59 23
8	333	3 24	20 45	135	7 08 14	4 53,9	22 30 48	16,7	19 03 20
9	334	3 26	20 44	135	7 12 20	5 03,2	22 23 56	17,7	19 07 16
10	335	3 27	20 43	134	7 16 25	5 12,0	22 16 40	18,6	19 11 13
11	336	3 28	20 42	134	7 20 30	5 20,5	22 09 02	19,6	19 15 10
12	337	3 29	20 41	134	7 24 35	5 28,6	22 01 00	20,5	19 19 06
13	338	3 30	20 40	134	7 28 39	5 36,2	21 52 36	21,5	19 23 03
14	339	3 32	20 38	133	7 32 43	5 43,4	21 43 49	22,4	19 26 59
15	340	3 33	20 37	133	7 36 46	5 50,0	21 34 40	23,3	19 30 56
16	341	3 34	20 36	132	7 40 49	5 56,2	21 25 09	24,2	19 34 52
17	342	3 36	20 34	132	7 44 51	6 01,9	21 15 16	25,2	19 38 49
18	343	3 38	20 33	132	7 48 53	6 07,0	21 05 02	26,0	19 42 46
19	344	3 39	20 32	131	7 52 54	6 11,6	20 54 26	26,9	19 46 42
20	345	3 41	20 30	131	7 56 54	6 15,7	20 43 29	27,8	19 50 39
21	346	3 42	20 29	131	8 00 54	6 19,2	20 32 12	28,7	19 54 35
22	347	3 44	20 28	130	8 04 54	6 22,1	20 20 33	29,5	19 58 32
23	348	3 46	20 26	130	8 08 53	6 24,4	20 08 34	30,4	20 02 28
24	349	3 48	20 24	129	8 12 51	6 26,2	19 56 15	31,2	20 06 25
25	350	3 50	20 22	129	8 16 49	6 27,3	19 43 36	32,0	20 10 21
26	351	3 51	20 21	128	8 20 46	6 27,8	19 30 38	32,8	20 14 18
27	352	3 53	20 19	128	8 24 42	6 27,7	19 17 20	33,6	20 18 15
28	353	3 55	20 17	127	8 28 38	6 26,9	19 03 43	34,4	20 22 11
29	354	3 56	20 15	127	8 32 33	6 25,6	18 49 47	35,2	20 26 08
30	355	3 58	20 13	126	8 36 28	6 23,6	18 35 32	36,0	20 30 04
31	356	4 00	20 11	126	8 40 22	+6 21,1	+18 21 00	−36,7	20 34 01

Планеты: Меркурий (вечером, в конце месяца в южных широтах), Венера (утром), Марс, Юпитер (после полуночи), Уран (вечером), Нептун.

Метеорные потоки: 20 июля — 10 августа β-Кассиопеиды, 27 июля — 4 августа δ-Аквариды, с середины июля Персеиды.

5 июля Солнце в апогее.

20 июля 1 ч. 06 м. Меркурий проходит севернее Сатурна на 0°, 4.

20 июля 7 ч. 18 м. Меркурий проходит севернее Юпитера на 0°,1.

30 июля 6 ч. 24 м. Венера проходит южнее Юпитера на 2°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Июль							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	20 33	— —	4 06	58	56	18 29 37	—18 23,0	16,6
2	21 11	0 55	5 22	64	60	19 31 51	16 40,9	16,5
3	21 42	1 53	6 42	70	66	20 31 30	13 54,9	16,3
4	22 07	2 47	8 01	78	73	21 27 59	10 22,9	16,1
5	22 29	3 38	9 19	85	81	22 21 24	6 23,4	15,8
6	22 50	4 26	10 34	93	89	23 12 13	—2 12,6	15,5
7	23 10	5 12	11 46	100	97	0 01 07	+1 56,3	15,3
8	23 32	5 57	12 55	107	104	0 48 50	5 53,0	15,1
9	23 55	6 41	14 03	113	111	1 36 03	9 29,4	15,0
10	— —	7 26	15 08	—	116	2 23 21	12 38,5	14,8
11	0 22	8 12	16 10	118	121	3 11 09	15 14,2	14,8
12	0 53	8 58	17 08	122	124	3 59 45	17 10,9	14,7
13	1 31	9 45	18 01	124	125	4 49 10	18 23,5	14,7
14	2 16	10 33	18 47	125	124	5 39 19	18 48,1	14,8
15	3 09	11 22	19 27	124	122	6 29 54	18 22,3	14,8
16	4 08	12 10	20 00	121	118	7 20 34	17 06,1	14,9
17	5 13	12 58	20 29	116	113	8 11 00	15 01,9	15,0
18	6 22	13 45	20 54	111	107	9 01 02	12 14,6	15,2
19	7 33	14 32	21 16	104	100	9 50 41	8 51,2	15,3
20	8 46	15 19	21 37	96	92	10 40 09	5 00,2	15,4
21	10 01	16 07	21 59	88	84	11 29 53	+0 51,4	15,6
22	11 17	16 56	22 22	80	77	12 20 24	—3 24,2	15,7
23	12 35	17 47	22 48	72	69	13 12 20	7 34,2	15,9
24	13 54	18 41	23 19	65	63	14 06 16	11 24,9	16,0
25	15 11	19 38	23 57	60	58	15 02 39	14 41,2	16,1
26	16 24	20 37	— —	56	—	16 01 32	17 07,3	16,3
27	17 29	21 37	0 46	55	55	17 02 29	18 29,3	16,4
28	18 22	22 37	1 46	56	55	18 04 32	18 37,6	16,4
29	19 06	23 36	2 56	61	58	19 06 22	17 30,2	16,4
30	19 40	— —	4 13	67	63	20 06 41	15 13,8	16,3
31	20 08	0 32	5 33	74	70	21 04 39	—12 02,1	16,2

○ 1 июля 3 ч. 25 м.
☾ 8 » 4 ч. 39 м.
● 16 » 8 ч. 37 м.
☽ 23 » 19 ч. 39 м.
○ 30 » 10 ч. 53 м.

Луна в апогее 12 июля 8 ч.
Луна в перигее 28 » 2 ч.
Луна в нисходящем узле 8 июля 13 ч.
Луна в восходящем узле 22 » 22 ч.

Соединения планет с Луной:

11 июля 11 ч. 18 м. Марс на 2° к сев.
12 » 9 ч. 30 м. Венера на 1° к сев.
13 » 18 ч. 30 м. Юпитер на 4° к сев.
18 » 3 ч. 12 м. Меркурий на 6° к сев.
18 » 9 ч. 00 м. Сатурн на 6° к сев.
24 » 6 ч. 42 м. Уран на 1° к югу.
26 » 19 ч. 00 м Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., Δδ	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Август				
	2443	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	357	4 02	20 09	125	8 44 15	+6 17,9	+18 06 09	−37,5	20 37 57
2	358	4 04	20 07	125	8 48 08	6 14,2	17 51 01	38,2	20 41 54
3	359	4 06	20 05	124	8 52 00	6 09,8	17 35 34	39,0	20 45 50
4	360	4 08	20 03	124	8 55 52	6 04,8	17 19 51	40,0	20 49 47
5	361	4 10	20 01	123	8 59 43	5 59,3	17 03 51	40,4	20 53 43
6	362	4 12	19 59	123	9 03 33	5 53,2	16 47 34	41,0	20 57 40
7	363	4 13	19 57	122	9 07 23	5 46,5	16 31 01	41,7	21 01 37
8	364	4 15	19 55	121	9 11 12	5 39,2	16 14 12	42,4	21 05 33
9	365	4 17	19 53	121	9 15 01	5 31,4	15 57 07	43,0	21 09 30
10	366	4 19	19 50	120	9 18 49	5 23,0	15 39 47	43,7	21 13 26
11	367	4 21	19 48	120	9 22 37	5 14,0	15 22 11	44,3	21 17 23
12	368	4 23	19 46	119	9 26 24	5 04,5	15 04 21	44,9	21 21 19
13	369	4 25	19 43	119	9 30 10	4 54,4	14 46 16	45,5	21 25 16
14	370	4 28	19 40	118	9 33 56	4 43,7	14 27 58	46,1	21 29 12
15	371	4 30	19 38	117	9 37 42	4 32,6	14 09 25	46,6	21 33 09
16	372	4 32	19 35	117	9 41 26	4 20,9	13 50 39	47,2	21 37 06
17	373	4 34	19 32	116	9 45 11	4 08,6	13 31 40	47,7	21 41 02
18	374	4 36	19 30	115	9 48 55	3 55,9	13 12 27	48,3	21 44 59
19	375	4 38	19 28	115	9 52 38	3 42,6	12 53 03	48,8	21 48 55
20	376	4 40	19 25	114	9 56 21	3 28,8	12 33 26	49,3	21 52 52
21	377	4 42	19 22	114	10 00 03	3 14,6	12 13 37	49,8	21 56 48
22	378	4 44	19 20	113	10 03 45	2 59,8	11 53 37	50,2	22 00 45
23	379	4 46	19 18	112	10 07 26	2 44,6	11 33 26	50,7	22 04 41
24	380	4 48	19 15	112	10 11 07	2 28,9	11 33 04	51,2	22 08 38
25	381	4 50	19 12	111	10 14 47	2 12,7	10 52 31	51,6	22 12 35
26	382	4 52	19 10	110	10 18 27	1 56,2	10 31 48	52,0	22 16 31
27	383	4 54	19 08	110	10 22 07	1 39,2	10 10 54	52,4	22 20 28
28	384	4 56	19 05	109	10 25 46	1 21,8	9 49 52	52,8	22 24 24
29	385	4 58	19 02	108	10 29 25	1 04,0	9 28 40	53,2	22 28 21
30	386	5 00	19 00	108	10 33 03	0 46,0	9 07 18	53,6	22 32 17
31	387	5 02	18 58	107	10 36 41	+0 27,5	+8 45 48	−53,9	22 36 14

Планеты: Меркурий (вечером, начало месяца в южных широтах), Венера (утром) (!), Марс, Юпитер, Сатурн (утром, в конце месяца), Уран (вечером) (?), Нептун (вечером) (?).

Метеорные потоки: 9—13 августа максимум Персеид, первую половину месяца β-Кассиопеиды, 16—24 — Цефеиды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Август							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	20 33	1 25	6 53	82	77	21 59 56	—8 12,5	16,0
2	20 54	2 16	8 10	89	85	22 52 40	—4 02,6	15,8
3	21 16	3 04	9 25	97	93	23 43 18	+0 11,8	15,5
4	21 37	3 50	10 38	104	101	0 32 26	4 18,0	15,3
5	22 00	4 36	11 47	110	108	1 20 41	8 05,8	15,1
6	22 25	5 21	12 54	116	114	2 08 36	11 27,4	15,0
7	22 55	6 07	13 58	120	119	2 56 39	14 16,2	14,9
8	23 30	6 53	14 58	123	122	3 45 10	16 26,9	14,8
9	— —	7 40	15 33	—	124	4 34 21	17 54,7	14,8
10	0 12	8 28	16 42	125	125	5 24 12	18 35,9	14,8
11	1 02	9 16	17 24	124	123	6 14 36	18 27,6	14,8
12	1 58	10 04	18 00	122	120	7 05 18	17 29,0	14,9
13	3 01	10 53	18 31	118	115	7 56 03	15 41,0	15,1
14	4 09	11 41	18 58	113	111	8 46 49	13 07,3	15,2
15	5 20	12 29	19 22	106	102	9 37 03	9 53,7	15,3
16	6 34	13 16	19 44	99	95	10 27 21	6 08,4	15,5
17	7 49	14 05	20 06	91	87	11 17 48	+2 01,6	15,6
18	9 06	14 54	20 29	83	79	12 08 47	—2 14,9	15,8
19	10 24	15 45	20 54	75	72	13 00 48	6 27,9	15,9
20	11 42	16 37	21 23	68	65	13 54 19	10 23,4	16,0
21	12 58	17 32	21 58	62	60	14 49 41	13 46,9	16,1
22	14 11	18 29	22 42	57	56	15 47 01	16 24,1	16,1
23	15 17	19 27	23 36	55	55	16 46 03	18 02,4	16,2
24	16 14	20 26	— —	56	—	17 46 09	18 32,9	16,2
25	17 00	21 24	0 40	59	57	18 46 22	17 52,2	16,2
26	17 37	22 19	1 52	64	60	19 45 41	16 03,6	16,2
27	18 08	23 13	3 10	70	66	20 43 19	13 16,7	16,1
28	18 34	— —	4 28	78	74	21 38 52	9 45,3	16,0
29	18 57	0 05	5 46	86	81	22 32 17	5 45,4	15,8
30	19 19	0 54	7 02	93	89	23 23 50	—1 33,0	15,6
31	19 40	1 41	8 16	100	97	0 13 56	+2 37,9	15,4

☾ 6 августа 20 ч. 41 м.
● 14 » 21 ч. 32 м.
☽ 22 » 1 ч. 05 м.
○ 28 » 20 ч. 11 м.
Луна в апогее 9 августа 0 ч.
Луна в перигее 24 » 9 ч.
Луна в нисходящем узле 4 авг. 16 ч.
Луна в восходящем узле 19 » 0 ч.
Луна в нисходящем узле 31 авг. 21 ч.

Соединения планет с Луной:

9 авг. 11 ч. 06 м. Марс на 4° к сев.
10 » 13 ч. 24 м. Юпитер на 4° к сев.
11 » 13 ч. 36 м. Венера на 4° к сев.
16 » 23 ч. 12 м. Меркурий на 1° к югу.
20 » 12 ч. 48 м. Уран на 2° к югу.
23 » 1 ч. 06 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Сентябрь				
	2443	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	388	5 04	18 55	106	10 40 19	+0 08,8	+8 24 40	—54,3	22 40 10
2	389	5 06	18 52	106	10 43 57	—0 10,3	8 02 24	54,6	22 44 07
3	390	5 08	18 50	105	10 47 34	0 29,6	7 40 29	54,9	22 48 04
4	391	5 10	18 48	104	10 51 11	0 49,2	7 18 27	55,2	22 52 00
5	392	5 12	18 45	104	10 54 48	1 09,2	6 56 18	55,5	22 55 57
6	393	5 14	18 42	103	10 58 24	1 29,0	6 34 02	55,8	22 59 53
7	394	5 16	18 40	102	11 02 01	1 49,2	6 11 40	56,1	23 03 50
8	395	5 17	18 37	102	11 05 37	2 09,6	5 49 11	56,3	23 07 46
9	396	5 19	18 34	101	11 09 13	2 30,2	5 26 36	56,6	23 11 43
10	397	5 21	18 31	100	11 12 49	2 50,9	5 03 56	56,8	23 15 39
11	398	5 23	18 28	100	11 16 24	3 11,7	4 41 10	57,0	23 19 36
12	399	5 25	18 26	99	11 20 00	3 32,7	4 18 20	57,2	23 23 33
13	400	5 27	18 23	98	11 23 35	3 53,7	3 55 26	57,4	23 27 29
14	401	5 29	18 20	98	11 27 11	4 14,8	3 32 26	57,5	23 31 26
15	402	5 31	18 18	97	11 30 46	4 36,0	3 09 24	57,7	23 35 22
16	403	5 33	18 16	96	11 34 21	4 57,3	2 46 18	57,8	23 39 19
17	404	5 35	18 13	96	11 37 57	5 18,6	2 23 08	58,0	23 43 15
18	405	5 37	18 10	95	11 41 32	5 39,9	1 59 56	58,1	23 47 12
19	406	5 39	18 08	94	11 45 07	6 01,2	1 36 41	58,2	23 51 08
20	407	5 41	18 05	93	11 48 42	6 22,5	1 13 24	58,2	23 55 05
21	408	5 43	18 02	93	11 52 18	6 43,8	0 50 06	58,3	23 59 01
22	409	5 45	18 00	92	11 55 53	7 04,9	0 26 46	58,4	0 02 58
23	410	5 47	17 57	91	11 59 29	7 26,1	+0 03 25	58,4	0 06 55
24	411	5 49	17 54	91	12 03 04	7 47,1	—0 19 57	58,4	0 10 51
25	412	5 51	17 52	90	12 06 40	8 08,0	0 43 19	58,4	0 14 48
26	413	5 53	17 49	89	12 10 16	8 28,7	1 06 41	58,4	0 18 44
27	414	5 55	17 46	89	12 13 52	8 49,3	1 30 03	58,4	0 22 41
28	415	5 57	17 44	88	12 17 28	9 09,6	1 53 25	58,4	0 26 37
29	416	5 59	17 41	87	12 21 04	9 29,8	2 16 45	58,3	0 30 34
30	417	6 01	17 38	86	12 24 41	—9 49,7	—2 40 05	—58,3	0 34 30

Планеты: Меркурий (утром, вторая половина месяца), Венера (утром), Марс, Юпитер, Сатурн (поздним вечером и ночью), Нептун (вечером) (?).

4 сентября 21 ч. 36 м. Марс проходит севернее Юпитера на 0°, 5.

18 сентября 12 ч. 48 м. Венера проходит южнее Сатурна на 0°,4.

27 сентября полутеневое лунное затмение (см. стр. 66).

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Сентябрь							
	ч м	ч м	ч м	— °	+ °	ч м с	° ′	′
1	20 03	2 28	9 28	107	104	1 03 05	+6 35,0	15,3
2	20 28	3 14	10 37	113	111	1 51 44	10 08,6	15,1
3	20 56	4 00	11 43	118	116	2 40 18	13 11,1	15,0
4	21 29	4 47	12 45	122	121	3 29 03	15 36,3	14,9
5	22 08	5 33	13 42	124	123	4 18 12	17 19,3	14,8
6	22 54	6 21	14 34	124	124	5 07 48	18 16,7	14,8
7	23 47	7 08	15 19	123	124	5 57 48	18 25,9	14,8
8	— —	7 56	15 57	—	121	6 48 06	17 45,7	14,9
9	0 47	8 44	16 30	120	117	7 38 34	16 16,4	15,0
10	1 52	9 32	16 59	115	112	8 29 04	14 00,2	15,2
11	3 02	10 21	17 24	109	105	9 19 38	11 01,4	15,3
12	4 16	11 09	17 47	102	98	10 10 19	7 26,4	15,5
13	5 31	11 58	18 10	94	90	11 01 24	+3 24,3	15,7
14	6 49	12 48	18 33	86	82	11 53 10	—0 53,2	15,9
15	8 08	13 40	18 58	78	75	12 46 00	5 12,5	16,0
16	9 28	14 33	19 27	70	67	13 40 17	9 18,1	16,1
17	10 47	15 28	20 00	64	62	14 36 14	12 54,0	16,2
18	12 02	16 25	20 42	59	57	15 33 52	15 44,8	16,2
19	13 10	17 23	21 32	56	55	16 32 50	17 37,7	16,2
20	14 09	18 20	22 33	56	56	17 32 29	18 24,0	16,2
21	14 58	19 17	23 41	58	59	18 31 58	18 00,8	16,1
22	15 37	20 13	— —	62	—	19 30 25	16 31,3	16,0
23	16 09	21 06	0 55	68	64	20 27 13	14 03,7	15,9
24	16 36	21 57	2 11	75	71	21 22 05	10 49,9	15,8
25	17 00	22 46	3 27	82	78	22 15 02	7 03,8	15,7
26	17 22	23 33	4 43	90	86	23 06 20	—2 59,4	15,6
27	17 43	— —	5 57	97	94	23 56 24	+1 09,5	15,4
28	18 06	0 20	7 09	104	101	0 45 40	5 10,5	15,3
29	18 30	1 07	8 20	111	108	1 34 33	8 52,8	15,1
30	18 57	1 53	9 27	116	114	2 23 22	+12 07,3	15,0

☾ 5 сентября 14 ч. 34 м.
● 13 » 9 ч. 24 м.
☽ 20 » 6 ч. 19 м.
○ 27 » 8 ч. 18 м.
Луна в апогее 5 сентября 18 ч.
Луна в перигее 18 » 10 ч.
Луна в восходящем узле 15 сент. 5 ч.
Луна в нисходящем узле 28 » 5 ч.

Соединения планет с Луной:

7 сент. 6 ч. 42 м. Юпитер на 5° к сев.
7 » 9 ч. 12 м. Марс на 5° к сев.
10 » 21 ч. 06 м. Венера на 5° к сев.
11 » 13 ч. 00 м. Сатурн на 5° к сев.
16 » 20 ч. 30 м. Уран на 2° к югу.
19 » 6 ч. 42 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., Δδ	Звездное время, S_0
		для λ=0ч и φ=56°			в 0ч всемирного времени				
Октябрь									
	2443	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	418	6 03	17 36	86	12 28 18	—10 09,3	—3 03 23	—58,2	0 38 27
2	419	6 05	17 33	85	12 31 55	10 28,7	3 26 39	58,1	0 42 24
3	420	6 07	17 30	84	12 35 32	10 47,7	3 49 52	58,0	0 46 20
4	421	6 09	17 28	84	12 39 10	11 06,4	4 13 04	57,9	0 50 17
5	422	6 11	17 25	83	12 42 48	11 24,7	4 36 12	57,8	0 54 13
6	423	6 13	17 22	82	12 46 27	11 42,7	4 59 17	57,6	0 58 10
7	424	6 15	17 20	82	12 50 06	12 00,2	5 22 18	57,5	1 02 06
8	425	6 17	17 18	81	12 53 45	12 17,4	5 45 16	57,3	1 06 03
9	426	6 19	17 15	80	12 57 25	12 34,1	6 08 09	57,1	1 09 59
10	427	6 21	17 12	80	13 01 06	12 50,3	6 30 57	56,9	1 13 56
11	428	6 23	17 10	79	13 04 46	13 06,1	6 53 40	56,7	1 17 53
12	429	6 25	17 08	78	13 08 28	13 21,4	7 16 17	56,4	1 21 49
13	430	6 27	17 05	78	13 12 09	13 36,2	7 38 49	56,2	1 25 46
14	431	6 29	17 02	77	13 15 52	13 50,4	8 01 14	55,9	1 29 42
15	432	6 31	17 00	76	13 19 35	14 04,2	8 23 33	55,6	1 33 39
16	433	6 33	16 58	75	13 23 18	14 17,4	8 45 44	55,3	1 37 35
17	434	6 35	16 55	75	13 27 02	14 30,0	9 07 48	55,0	1 41 32
18	435	6 37	16 52	74	13 30 46	14 42,1	9 29 44	54,7	1 45 28
19	436	6 39	16 50	73	13 34 31	14 53,6	9 51 32	54,3	1 49 25
20	437	6 41	16 48	73	13 38 17	15 04,4	10 13 11	53,9	1 53 22
21	438	6 44	16 45	72	13 42 03	15 14,7	10 34 41	53,6	1 57 18
22	439	6 46	16 42	72	13 45 50	15 24,3	10 56 01	53,2	2 01 15
23	440	6 48	16 40	71	13 49 38	15 33,3	11 17 12	52,7	2 05 11
24	441	6 50	16 38	70	13 53 26	15 41,6	11 38 12	52,3	2 09 08
25	442	6 52	16 36	70	13 57 15	15 49,2	11 59 02	51,8	2 13 04
26	443	6 54	16 33	69	14 01 05	15 56,1	12 19 40	51,4	2 17 01
27	444	6 56	16 31	68	14 04 55	16 02,3	12 40 08	50,9	2 20 57
28	445	6 58	16 29	68	14 08 46	16 07,8	13 00 23	50,4	2 24 54
29	446	7 00	16 26	67	14 12 38	16 12,5	13 20 26	49,9	2 28 50
30	447	7 02	16 24	66	14 16 31	16 16,4	13 40 17	49,4	2 32 47
31	448	7 04	16 22	66	14 20 24	—16 19,5	—13 59 55	—48,8	2 36 44

Планеты: Венера (утром), Марс, Юпитер, Сатурн, Нептун (вечером) (?).

Метеорные потоки: 8—11 Дракониды, 14—20 Тауриды, 14—26 Ориониды.

12 октября полное солнечное затмение, видимое на Камчатке (см. стр. 64).

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульми-нация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Октябрь							
	ч м	ч м	ч м	— °	+ °	ч м с	° ′	′
1	19 28	2 39	10 32	120	119	3 12 22	+14 46,4	14,9
2	20 04	3 26	11 31	123	122	4 01 39	16 44,6	14,8
3	20 47	4 14	12 25	124	124	4 51 13	17 57,7	14,8
4	21 37	5 01	13 12	124	124	5 41 00	18 23,2	14,8
5	22 33	5 48	13 53	121	122	6 30 52	18 00,2	14,8
6	23 36	6 36	14 28	117	119	7 20 43	16 49,1	14,9
7	— —	7 23	14 58	—	114	8 10 33	14 51,5	15,0
8	0 42	8 11	15 24	112	108	9 00 24	12 10,7	15,2
9	1 53	8 58	15 48	105	101	9 50 29	8 51,6	15,4
10	3 07	9 47	16 11	98	94	10 41 05	5 01,1	15,6
11	4 25	10 37	16 34	90	86	11 32 38	+0 48,4	15,9
12	5 44	11 28	16 59	82	78	12 25 33	—3 33,9	16,1
13	7 06	12 22	17 26	74	70	13 20 16	7 50,7	16,2
14	8 27	13 18	17 59	66	64	14 17 03	11 44,2	16,3
15	9 47	14 16	18 38	60	59	15 15 50	14 56,4	16,4
16	11 00	15 15	19 27	57	56	16 16 11	17 11,1	16,4
17	12 04	16 15	20 25	55	56	17 17 16	18 17,4	16,3
18	12 56	17 13	21 32	57	58	18 18 00	18 11,2	16,2
19	13 39	18 09	22 45	61	63	19 17 20	16 55,9	16,1
20	14 12	19 02	24 00	66	69	20 14 34	14 40,7	16,0
21	14 40	19 53	— —	73	—	21 09 26	11 38,0	15,8
22	15 05	20 42	1 15	80	76	22 02 05	8 01,5	15,7
23	15 27	21 29	2 30	87	83	22 52 53	4 04,8	15,5
24	15 48	22 15	3 43	94	91	23 42 22	—0 00,2	15,4
25	16 09	23 01	4 55	102	98	0 31 04	+4 00,7	15,2
26	16 32	23 47	6 05	108	106	1 19 28	7 47,3	15,1
27	16 58	— —	7 14	114	112	2 07 58	11 10,3	15,0
28	17 27	0 33	8 19	119	117	2 56 47	14 01,3	14,9
29	18 01	1 20	9 21	122	121	3 46 01	16 13,5	14,8
30	18 42	2 07	10 18	124	124	4 35 38	17 41,8	14,8
31	19 29	2 55	11 08	124	124	5 25 25	+18 22,9	14,7

☾ 5 октября 9 ч. 21 м.
● 12 » 20 ч. 32 м.
☽ 19 » 12 ч. 46 м.
○ 26 » 23 ч. 36 м.
Луна в апогее 3 октября 14 ч.
Луна в перигее 15 » 9 ч.
Луна в апогее 31 октября 8 ч.

Луна в восходящем узле 12 окт. 14 ч.
Луна в нисходящем узле 25 » 13 ч.

Соединения планет с Луной:

4 окт. 20 ч. 42 м. Юпитер на 5° к сев.
6 » 3 ч. 24 м. Марс на 6° к сев.
9 » 4 ч. 00 м. Сатурн на 5° к сев.
11 » 1 ч. 00 м. Венера на 4° к сев.
14 » 6 ч. 54 м. Уран на 2° к югу.
16 » 14 ч. 00 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Ноябрь				
	2443	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	449	7 06	16 20	65	14 24 18	—16 21,9	—14 19 20	—48,2	2 40 40
2	450	7 08	16 18	65	14 28 13	16 23,4	14 38 31	47,7	2 44 37
3	451	7 11	16 15	64	14 32 09	16 24,1	14 57 27	47,1	2 48 33
4	452	7 13	16 13	63	14 36 06	16 24,0	15 16 09	46,4	2 52 30
5	453	7 15	16 11	63	14 40 03	16 23,1	15 34 36	45,8	2 56 26
6	454	7 18	16 09	62	14 44 02	16 21,3	15 52 48	45,2	3 00 23
7	455	7 20	16 07	62	14 48 01	16 18,6	16 10 44	44,5	3 04 19
8	456	7 22	16 05	61	14 52 01	16 15,1	16 28 24	43,8	3 08 16
9	457	7 24	16 03	60	14 56 02	16 10,8	16 45 47	43,1	3 12 13
10	458	7 26	16 02	60	15 00 04	16 05,6	17 02 54	42,4	3 16 09
11	459	7 28	16 00	59	15 04 06	15 59,5	17 19 42	41,7	3 20 06
12	460	7 30	15 58	59	15 08 10	15 52,6	17 36 14	40,9	3 24 02
13	461	7 32	15 56	58	15 12 14	15 44,8	17 52 26	40,2	3 27 59
14	462	7 34	15 54	58	15 16 19	15 36,2	18 08 20	39,4	3 31 55
15	463	7 36	15 53	57	15 20 25	15 26,7	18 23 56	38,6	3 35 52
16	464	7 38	15 51	57	15 24 32	15 16,4	18 39 11	37,7	3 39 48
17	465	7 40	15 49	56	15 28 40	15 05,4	18 54 07	36,9	3 43 45
18	466	7 42	15 48	56	15 32 48	14 53,5	19 08 42	36,0	3 47 42
19	467	7 44	15 46	55	15 36 57	14 40,8	19 22 57	35,2	3 51 38
20	468	7 46	15 44	55	15 41 07	14 27,2	19 36 51	34,3	3 55 35
21	469	7 48	15 43	54	15 45 18	14 12,9	19 50 24	33,4	3 59 31
22	470	7 50	15 42	54	15 49 30	13 57,8	20 03 35	32,5	4 03 28
23	471	7 52	15 40	53	15 53 42	13 41,9	20 16 24	31,6	4 07 24
24	472	7 54	15 39	53	15 57 56	13 25,3	20 28 50	30,6	4 11 21
25	473	7 56	15 38	52	16 02 10	13 07,8	20 40 54	29,7	4 15 17
26	474	7 58	15 36	52	16 06 24	12 49,6	20 52 34	28,7	4 19 14
27	475	7 59	15 35	52	16 10 40	12 30,7	21 03 51	27,7	4 23 11
28	476	8 01	15 34	51	16 14 56	12 11,0	21 14 45	26,7	4 27 07
29	477	8 03	15 33	51	16 19 13	11 50,7	21 25 14	25,7	4 31 04
30	478	8 04	15 32	50	16 23 31	—11 29,6	—21 35 19	—24,7	4 35 00

Планеты: Меркурий (вечером, конец месяца), Венера (утром), Марс, Юпитер, Сатурн, Уран (утром, вторая половина месяца).

Метеорные потоки: 10—18 Леониды, 15—27 Андромедиды.

20 ноября 8 ч. 06 м. Меркурий проходит южнее Нептуна на 4°.

20 ноября 9 ч. 30 м. Венера проходит севернее Урана на 0°,9.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Ноябрь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	20 22	3 42	11 51	122	123	6 15 11	+18 15,6	14,7
2	21 21	4 29	12 27	119	121	7 04 44	17 20,4	14,8
3	22 25	5 16	12 59	114	116	7 53 58	15 39,3	14,9
4	23 33	6 02	13 26	108	111	8 42 56	13 15,5	15,0
5	— —	6 49	13 50	—	105	9 31 50	10 13,6	15,2
6	0 44	7 36	14 15	102	98	10 21 03	6 38,9	15,4
7	1 58	8 24	14 35	94	90	11 11 05	+2 38,6	15,7
8	3 15	9 14	14 58	86	82	12 02 31	—1 37,9	15,9
9	4 35	10 06	15 23	78	74	12 55 57	5 57,9	16,2
10	5 58	11 01	15 53	70	67	13 51 54	10 05,5	16,4
11	7 20	11 59	16 30	63	61	14 50 35	13 41,8	16,5
12	8 39	13 00	17 15	58	57	15 51 46	16 27,2	16,6
13	9 51	14 02	18 11	55	55	16 54 38	18 05,2	16,6
14	10 50	15 03	19 18	56	57	17 57 48	18 26,5	16,5
15	11 38	16 02	20 31	59	61	18 59 48	17 31,4	16,4
16	12 16	16 58	21 48	64	66	19 59 30	15 28,9	16,2
17	12 46	17 50	23 04	70	73	20 56 17	12 33,4	16,0
18	13 11	18 40	— —	77	—	21 50 11	9 00,8	15,8
19	13 33	19 28	0 20	85	81	22 41 36	5 06,1	15,6
20	13 54	20 14	1 33	92	88	23 31 10	—1 02,3	15,4
21	14 15	20 59	2 45	99	96	0 19 34	+2 59,3	15,2
22	14 37	21 44	3 55	106	103	1 07 26	6 49,0	15,1
23	15 01	22 30	5 03	112	110	1 55 17	10 18,0	15,0
24	15 29	23 16	6 10	117	115	2 43 32	13 18,2	14,9
25	16 01	— —	7 13	121	120	3 32 20	15 42,5	14,8
26	16 39	0 03	8 11	124	123	4 21 43	17 25,0	14,7
27	17 23	0 50	9 04	124	124	5 11 30	18 21,4	14,7
28	18 14	1 38	9 50	123	124	6 01 23	18 29,3	14,7
29	19 11	2 25	10 29	121	122	6 51 03	17 48,8	14,7
30	20 13	3 12	11 02	117	118	7 40 17	+16 21,7	14,8

☾ 4 ноября 3 ч. 59 м.
● 11 » 7 ч. 10 м.
☽ 17 » 21 ч. 53 м.
○ 25 » 17 ч. 32 м.
Луна в перигее 12 ноября 12 ч.
Луна в апогее 27 » 20 ч.
Луна в восходящем узле 9 нояб. 0 ч.
Луна в нисходящем узле 21 » 17 ч.

Соединения планет с Луной:

1 нояб. 5 ч. 24 м. Юпитер на 5° к сев.
3 » 14 ч. 24 м. Марс на 7° к сев.
5 » 17 ч. 30 м. Сатурн на 5° к сев.
10 » 0 ч. 30 м. Венера на 0°,1 к сев.
13 » 0 ч. 18 м. Нептун на 3° к югу.
28 » 8 ч. 06 м. Юпитер на 5° к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Декабрь					
	2443	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	479	8 06	15 31	50	16 27 49	—11 07,8	—21 45 00	—23,7	4 38 57
2	480	8 08	15 30	50	16 32 08	10 45,4	21 54 15	22,6	4 42 53
3	481	8 10	15 29	49	16 36 28	10 22,3	22 03 06	21,6	4 46 50
4	482	8 11	15 28	49	16 40 48	9 58,6	22 11 30	20,5	4 50 46
5	483	8 12	15 28	49	16 45 09	9 34,2	22 19 30	19,4	4 54 43
6	484	8 14	15 27	49	16 49 30	9 09,3	22 27 03	18,3	4 58 40
7	485	8 16	15 27	48	16 53 52	8 43,9	22 34 10	17,2	5 02 36
8	486	8 17	15 26	48	16 58 15	8 17,9	22 40 50	16,1	5 06 33
9	487	8 18	15 26	48	17 02 38	7 51,4	22 47 04	15,0	5 10 29
10	488	8 20	15 26	48	17 07 01	7 24,5	22 52 51	13,9	5 14 26
11	489	8 21	15 26	47	17 11 25	6 57,1	22 58 11	12,8	5 18 22
12	490	8 22	15 26	47	17 15 50	6 29,3	23 03 03	11,6	5 22 19
13	491	8 23	15 25	47	17 20 14	6 01,2	23 07 28	10,5	5 26 15
14	492	8 24	15 25	47	17 24 39	5 32,8	23 11 26	9,4	5 30 12
15	493	8 25	15 25	47	17 29 05	5 04,0	23 14 56	8,2	5 34 09
16	494	8 26	15 25	47	17 33 30	4 35,1	23 17 58	7,0	5 38 05
17	495	8 27	15 25	47	17 37 56	4 05,9	23 20 33	5,8	5 42 02
18	496	8 28	15 25	47	17 42 22	3 36,5	23 22 39	4,7	5 45 58
19	497	8 28	15 26	47	17 46 48	3 07,0	23 24 17	3,5	5 49 55
20	498	8 29	15 26	47	17 51 14	2 37,4	23 25 27	2,3	5 53 51
21	499	8 30	15 26	47	17 55 40	2 07,6	23 26 09	—1,2	5 57 48
22	500	8 30	15 27	47	18 00 07	1 37,9	23 26 22	0,0	6 01 44
23	501	8 30	15 28	47	18 04 33	1 08,1	23 26 07	+1,2	6 05 41
24	502	8 30	15 28	47	18 08 59	0 38,3	23 25 24	2,4	6 09 38
25	503	8 32	15 29	47	18 13 26	—0 08,6	23 24 13	3,6	6 13 34
26	504	8 32	15 30	47	18 17 52	+0 21,1	23 22 34	4,7	6 17 31
27	505	8 32	15 31	47	18 22 18	0 50,7	23 20 26	5,9	6 21 27
28	506	8 32	15 32	47	18 26 44	1 20,1	23 17 50	7,1	6 25 24
29	507	8 32	15 33	47	18 31 10	1 49,4	23 14 46	8,2	6 29 20
30	508	8 32	15 34	47	18 35 35	2 18,5	23 11 15	9,4	6 33 17
31	509	8 32	15 35	47	18 40 01	+2 47,3	23 07 15	+10,6	6 37 14

Планеты: Меркурий (вечером, первая половина месяца в южных широтах, утром — конец месяца), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (!) Уран (под утро).

Метеорные потоки: 1—17 Геминиды, 10—23 Урсиды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Декабрь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	21 18	3 58	11 30	111	113	8 28 57	+14 11,7	14,8
2	22 26	4 44	11 55	105	108	9 17 09	11 23,7	15,0
3	23 37	5 29	12 17	98	101	10 05 12	8 03,2	15,2
4	— —	6 15	12 38	—	94	10 53 34	4 16,6	15,4
5	0 50	7 02	13 00	90	86	11 42 51	+0 11,8	15,6
6	2 07	7 52	13 23	82	79	12 33 46	—4 01,8	15,9
7	3 26	8 44	13 49	74	71	13 27 03	8 11,7	16,1
8	4 47	9 39	14 21	67	64	14 23 17	12 02,2	16,4
9	6 08	10 38	15 01	60	59	15 22 44	15 14,6	16,6
10	7 25	11 40	15 51	56	56	16 25 04	17 29,3	16,7
11	8 33	12 44	16 54	55	55	17 29 15	18 30,6	16,7
12	9 29	13 46	18 06	57	58	18 33 38	18 10,9	16,7
13	10 13	14 46	19 25	61	63	19 36 33	16 33,7	16,6
14	10 48	15 42	20 45	67	70	20 36 44	13 52,1	16,4
15	11 16	16 35	22 04	74	78	21 33 40	10 23,9	16,1
16	11 40	17 24	23 20	82	86	22 27 29	6 27,6	15,9
17	12 02	18 12	— —	89	—	23 18 42	—2 19,1	15,6
18	12 23	18 58	0 34	97	93	0 08 04	+1 48,3	15,4
19	12 44	19 43	1 45	104	101	0 56 18	5 44,4	15,2
20	13 07	20 28	2 54	110	107	1 44 05	9 20,6	15,0
21	13 33	21 14	4 01	115	114	2 31 57	12 29,6	14,9
22	14 03	22 00	5 05	120	118	3 20 16	15 04,7	14,8
23	14 38	22 47	6 05	123	122	4 09 12	17 00,1	14,7
24	15 20	23 35	7 00	124	124	4 58 42	18 11,0	14,7
25	16 09	— —	7 48	124	124	5 48 34	18 34,4	14,7
26	17 04	0 22	8 30	122	123	6 38 27	18 08,9	14,7
27	18 04	1 09	9 06	118	120	7 28 02	16 55,7	14,7
28	19 08	1 56	9 35	113	115	8 17 03	14 58,1	14,8
29	20 15	2 42	10 01	107	110	9 05 27	12 20,9	14,9
30	21 24	3 27	10 24	100	104	9 53 20	9 10,3	15,0
31	22 35	4 12	10 45	93	97	10 41 03	+5 33,5	15,2

☾ 3 декабря 21 ч. 17 м.
● 10 » 17 ч. 33 м.
☽ 17 » 10 ч. 38 м.
○ 25 » 12 ч. 50 м.
Луна в перигее 10 декабря 23 ч.
Луна в апогее 24 » 21 ч.
Луна в восходящем узле 6 дек. 7 ч.
Луна в нисходящем узле 18 » 18 ч.

Соединения планет с Луной:

1 дек.	13 ч. 24 м.	Марс	на 7° к сев.
3 »	3 ч. 24 м.	Сатурн	на 5° к сев.
8 »	9 ч. 42 м.	Уран	на 2° к югу
11 »	23 ч. 36 м.	Меркурий	на 6° к югу
25 »	7 ч. 06 м.	Юпитер	на 5° к сев.
28 »	18 ч. 00 м.	Марс	на 8° к сев.
30 »	9 ч. 00 м.	Сатурн	на 5° к сев.

ПЛАНЕТЫ

Меркурий

В 1977 г. наступят три утренних и три вечерних периода видимости Меркурия. Первый период утренней видимости продлится с середины второй недели января до середины второй недели февраля, когда планета видна до восхода Солнца в юго-восточной области неба, в созвездии Стрельца, по которому до 17 января перемещается попятно, а затем — в прямом направлении. Блеск Меркурия постепенно увеличивается от $+1^m,4$ до $0^m,0$, геоцентрическое расстояние возрастает от 0,691 до 1,180 а. е., а видимый диаметр уменьшается с $9'',7$ до $5'',7$. Утром 12 января и 12 февраля в южных районах страны можно видеть сближение Меркурия с Марсом ($+1^m,5$), соединение которых произойдет соответственно в $12^ч,2$ и $18^ч,9$ по всемирному времени.

В середине последней недели марта начинается наиболее благоприятный период вечерней видимости планеты, на протяжении которого она видна вскоре после захода Солнца на западном небосклоне, перемещаясь к востоку до 2 апреля по созвездию Рыб и далее по созвездию Овна, где 20 апреля ее прямое движение сменится попятным, и в середине четвертой недели апреля видимость планеты прекратится.

В первой половине этого периода недалеко от Меркурия находится Венера, блеск которой превышает блеск Меркурия в 12 раз. Соединение обеих планет, на взаимном расстоянии около 8°, произойдет 27 марта в $19^ч,3$ по всемирному времени.

За указанный период блеск Меркурия с $-1^m,4$ снизится до $+2^m,2$, геоцентрическое расстояние сократится с 1,280 до 0,604 а. е., а видимый диаметр возрастет от $5'',2$ до $11'',0$.

В очередной, неблагоприятный и кратковременный период вечерней видимости, охватывающий последнюю декаду июля и первую неделю августа, Меркурий доступен наблюдениям лишь в южных районах страны. Планета располагается низко над западной стороной горизонта в созвездии Льва, по которому перемещается прямым движением. 20 июля в $1^ч,1$ в этом созвездии, недалеко от звезды Регула (α Льва; $+1^m,34$), Меркурий вступит в соединение с Сатурном, а 28 июля пройдет всего лишь в $6'$ южнее Регула. На протяжении этого периода блеск планеты уменьшится от $-0^m,2$ до $+0^m,4$, геоцентрическое расстояние сократится с 1,172 а. е. до 0,946 а. е., а видимый диаметр увеличится с $5'',7$ до $7'',1$.

В следующий благоприятный период утренней видимости во второй половине сентября и в первой неделе октября Меркурий виден незадолго до восхода Солнца в восточной области неба, перемещаясь по созвездию Льва в прямом направлении. Блеск планеты непрерывно возрастает от $+1^m,2$ до $-1^m,0$, ее геоцентрическое расстояние увеличивается от 0,735 до 1,277 а. е., а видимый диаметр уменьшается от $9'',1$ до $5'',2$.

Вечерняя видимость планеты в последней неделе ноября и в первой половине декабря удовлетворительна только в южных районах страны, когда она располагается над юго-западной стороной горизонта и перемещается в прямом направлении до 28 ноября по созвездию Змееносца, а затем — по созвездию Стрельца. Блеск планеты убывает от $-0^m,3$ до $+1^m,0$, ее геоцентрическое расстояние с 1,198 а. е. сокращается до 0,746 а. е., а угловой диаметр возрастает от $5'',6$ до $8'',9$.

Последний период утренней видимости Меркурия в текущем году начинается в конце декабря и переходит на следующий год. В эти дни планета движется попятно по созвездию Змееносца и видна над юго-восточной стороной горизонта незадолго до восхода Солнца. Блеск планеты возрастает с $+1^m,6$ до $+0^m,6$, ее геоцентрическое расстояние увеличивается от 0,691 до 0,782 а. е., а видимый диаметр уменьшается от 9″,7 до 8″,5.

В периоды видимости Меркурий будет находиться вблизи Луны утром 18 января и вечером 19 апреля.

Эфемерида Меркурия приведена на стр. 50 и 51, а карты видимого пути — на стр. 43 и 44.

Венера

Венера хорошо видна на протяжении почти всего года. Особенно благоприятны для наблюдений первые месяцы года, когда планета перемещается в прямом направлении до 23 января по созвездию Водолея, а затем — по созвездию Рыб, и видна по вечерам над западной стороной горизонта в течение продолжительного промежутка времени, достигающего к началу февраля в средней зоне страны четырех часов. Блеск планеты все время возрастает и к 1 марта увеличивается до наибольшего значения — $4^m,3$.

К середине марта блеск Венеры несколько уменьшается, а продолжительность вечерней видимости сокращается до двух часов. После стояния 14 марта Венера идет попятным движением по созвездию Рыб и быстро сближается с Солнцем, в связи с чем продолжительность ее видимости резко убывает, к началу апреля сокращается примерно до 40 минут, и она видна на фоне вечерней зари. В этом созвездии 27 марта Венера вступит в соединение с Меркурием, пройдя в 8° севернее него.

Но даже в нижнем соединении, наступающем 6 апреля, видимость планеты из-за значительной разности между склонением ее и Солнца не прекратится, хотя будет непродолжительной. Более того, в средней полосе страны примерно с 23 марта по 6 апреля можно наблюдать весьма редкое явление, называемое двойной видимостью Венеры: планета будет видна по вечерам в западной области неба и благодаря ее большому блеску ($-3^m,1$) незадолго до восхода Солнца на фоне утренней зари в восточной стороне небосвода. Аналогичное явление в южных районах возможно только 3 и 4 апреля, а на другой день начнется период утренней видимости (в средней полосе — с 7 апреля), продолжающийся до конца первой недели декабря.

После стояния 24 апреля Венера перемещается прямым движением по созвездию Рыб и 3 июня перейдет в созвездие Овна, но ее утренняя видимость в средней полосе будет неудовлетворительной почти до конца июня, пока планета не придет в созвездие Тельца. Поэтому сближение Венеры с Марсом 13 мая (их соединение в $18^ч,2$) в созвездии Рыб можно наблюдать только в южных районах страны, а сближение 3 июня (соединение в $13^ч,2$) в созвездии Овна, — и в средней полосе, но при неудовлетворительных условиях.

В июле условия утренней видимости Венеры значительно улучшаются и будут благоприятными в августе, сентябре и октябре, при ее прямом движении по созвездиям Близнецов, Рака, Льва и Девы. 30 июля ($6^ч,4$) в созвездии Тельца Венера вступит в соединение с Юпитером, а 18 сентября ($12^ч,8$) в созвездии Льва, — с Сатурном.

К середине ноября видимость Венеры резко ухудшается, к концу месяца планета видна уже на фоне утренней зари в созвездии Весов, а в конце первой недели декабря, находясь в созвездии Скорпиона, становится уже недоступной наблюдениям.

Вблизи Луны Венера будет находиться вечером 23 января, 21 февраля и 21 марта, а утром — 16 апреля, 14 мая, 12 июня, 12 июля, 11 августа, 10 сентября, 11 октября и 10 ноября.

Эфемерида Венеры приведена на стр. 52 и 53, сведения о продолжительности видимости — на стр. 60, а карты видимого пути — на стр. 43 и 44.

Марс

На протяжении пяти первых месяцев года Марс в средней полосе страны не виден, но в южных районах появляется ненадолго на рассвете в юго-восточной области неба, и поэтому только там могут быть видимы его сближения с Меркурием 12 января и 12 февраля, а также с Венерой 13 мая. За этот период геоцентрическое расстояние Марса сокращается с 2,425 до 1,925 а. е., его блеск возрастает от $+1^m,6$ до $+1^m,3$, а видимый диаметр — с $3'',9$ до $4,''8$, и планета совершенно не интересна для наблюдений. С начала июня, когда Марс идет прямым движением последовательно по созвездиям Рыб и Овна, предутренняя видимость планеты в средней полосе страны медленно улучшается, и уже 3 июня можно видеть ее сближение с Венерой.

В начале июля Марс переходит в созвездие Тельца и с середины месяца восходит уже до полуночи, благодаря чему продолжительность его видимости заметно возрастает и к началу сентября, когда планета вступит в созвездие Близнецов, достигает уже трех с половиной часов. 4 сентября, в $21^ч,6$, в этом созвездии Марс вступит в соединение с Юпитером, пройдя в $0°,5$ севернее него. Наилучшие условия видимости Марса устанавливаются с середины октября, при переходе его в созвездие Рака, в котором 13 декабря прямое движение планеты сменится попятным, продолжающимся до конца года. К этому времени Марс уже виден всю ночь, его блеск достигает $-0^m,5$, геоцентрическое расстояние уменьшается до 0,692 а. е., а видимый диаметр возрастает до $12'',5$.

В период удовлетворительной видимости Марс будет находиться вблизи Луны 12 июня, 11 июля, 9 августа, 7 сентября, 6 октября, 3 ноября, 1 и 28 декабря.

Эфемерида Марса помещена на стр. 54 и 55, сведения о продолжительности видимости — на стр. 60, карта видимого пути — на стр. 45 и физические координаты — на стр. 85 и 86.

Юпитер

Условия видимости Юпитера благоприятны на протяжении почти всего года. В январе Юпитер перемещается по созвездию Овна до 15 января попятно, а затем — в прямом направлении и 9 февраля переходит в созвездие Тельца. В течение первых двух месяцев года он виден вечером и бо́льшую часть ночи, с середины марта заходит до полуночи, а в апреле и в первой половине мая виден по вечерам, в западной области небосвода. С середины мая до конца июня планета не видна. В начале июля Юпитер восходит на рассвете, а с середины этого месяца — вскоре после полуночи, и продолжительность види-

мости планеты быстро нарастает. 30 июля в созвездии Тельца произойдет соединение Юпитера с Венерой.

С середины августа, при переходе в созвездие Близнецов, Юпитер восходит уже до полуночи. 4 сентября в $21^ч,6$ в этом созвездии Юпитер вступит в соединение с Марсом. В октябре, ноябре и декабре планета видна на протяжении всей ночи. До 24 октября она перемещается по созвездию Близнецов в прямом направлении, а затем, до конца года, — попятно. Противостояние Юпитера наступит 23 декабря.

Вблизи Луны Юпитер будет виден 1 и 28 января, 24 февраля, 24 марта, 21 апреля, 13 июля, 10 августа, 7 сентября, 4 октября, 1 и 28 ноября, 25 декабря.

Эфемерида Юпитера помещена на стр. 56, сведения о продолжительности видимости — на стр. 60, карта его видимого пути — на стр. 46, физические координаты на стр. 87 и сведения о его галилеевых спутниках — на стр. 90—113.

Сатурн

В первой половине года Сатурн находится в созвездии Рака и до 11 апреля движется попятно, а затем — в прямом направлении. Его противостояние наступит 2 февраля. В январе, феврале и марте Сатурн хорошо виден на протяжении всей ночи, в апреле и мае — вечером и частично ночью, а в июне — только по вечерам.

В июле в средней полосе страны Сатурн не виден, но в южных районах еще может быть замечен на фоне вечерней зари вплоть до 20 июля, когда он вступает в соединение с Меркурием.

Соединение Сатурна с Солнцем произойдет 13 августа, и уже через две недели он становится виден на рассвете даже в средней полосе страны. В это время он перемещается по созвездию Льва в прямом направлении. Продолжительность предутренней видимости планеты постепенно увеличивается, ко дню ее соединения с Марсом 4 сентября ($21^ч,6$) возрастает до полутора часов, а в начале ноября, когда планета восходит уже до полуночи, достигает шести часов.

После 12 декабря Сатурн перемещается по созвездию Льва в попятном направлении и виден почти на протяжении всей ночи.

Раскрытие кольца Сатурна, в начале года равное 0,272, увеличивается к середине апреля до 0,313, к декабрю уменьшается до 0,171, а к концу года снова возрастает до 0,175.

Луна пройдет вблизи Сатурна 8 января, 4 февраля, 3 и 30 марта, 27 апреля, 20 мая, 20 июня, 11 сентября, 9 октября, 5 ноября, 3 и 30 декабря.

Эфемерида Сатурна приведена на стр. 57, карта его видимого пути — на стр. 47 и физические координаты — на стр. 89.

Уран

Весь год Уран находится в созвездии Весов, между звездами α Весов и λ Девы, перемещаясь до 14 февраля прямым движением, далее, до 16 июля — попятным, и затем, до конца года, снова прямым движением. Противостояние планеты Солнцу произойдет 30 апреля, а соединение с ним — 4 ноября.

В январе и феврале Уран виден во второй половине ночи, в марте — поздним вечером и ночью, в апреле и мае — всю ночь, в июне — вечером и часть ночи, в июле и августе — только вечером. В южных рай-

онах страны он может быть виден до середины сентября, а затем наступает период невидимости, длящийся до конца ноября.

В декабре Уран появляется под утро в юго-восточной области неба, и продолжительность его видимости к концу года достигает четырех часов. 19 декабря в $18^{ч},8$ Уран пройдет в $3',1$ севернее звезды α^2 Весов.

Эфемерида Урана помещена на стр. 58, а карта его видимого — пути на стр. 48.

Нептун

Нептун весь год движется по созвездию Змееносца, между его звездами ω, ξ и ϑ. С начала года до 18 марта движение планеты прямое, далее, до 25 августа, — попятное, и затем, до конца года, — снова прямое. Противостояние планеты Солнцу произойдет 5 июня, а соединение с ним — 8 декабря.

В январе и феврале Нептун доступен наблюдениям под утро, в марте и апреле — во второй половине ночи, в мае и июне — всю ночь, в июле — с вечера до захода вскоре после полуночи, в августе и сентябре — вечером, а в первой половине октября его вечерняя видимость очень непродолжительна. Во второй половине октября, ноябре и почти весь декабрь Нептун не виден и только в последней неделе декабря появляется перед рассветом в юго-восточной области неба.

Эфемерида Нептуна приведена на стр. 59, а карта его видимого пути — на стр. 49.

Плутон

Плутон движется вдали от эклиптики по созвездию Девы, несколько восточнее ее звезды ε ($\alpha = 13^{ч}00^{м},9$; $\delta = +11°06'$; $m = +2^{m},95$), вблизи границы с созвездием Волос Вероники. Для наглядного представления о движении планеты ниже приводится таблица с ее экваториальными координатами:

Дата 1977 г.	Прямое восхождение, α	Склонение, δ	Примечание
1 января	$13^{ч}17^{м},0$	+10°13′	
25 января	13 17,5	+10 25	Стояние
9 апреля	13 12,7	+11 20	Противостояние
21 мая	13 08,9	+11 33	Наибольшее склонение
30 июня	13 07,5	+11 20	Стояние
13 октября	13 12,6	+10 12	Соединение
11 декабря	13 24,4	+ 9 18	Наименьшее склонение
31 декабря	13 25,9	+ 9 20	

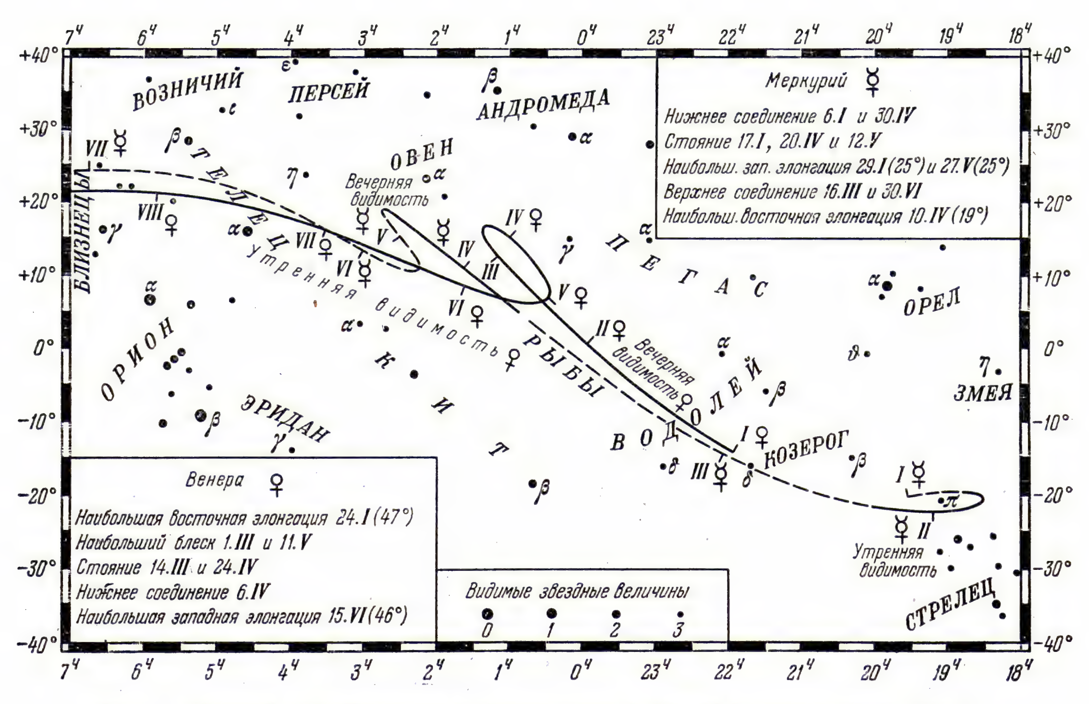


Рис. 2. Видимый путь Меркурия в январе—июне и Венеры в январе—июле 1977 г.

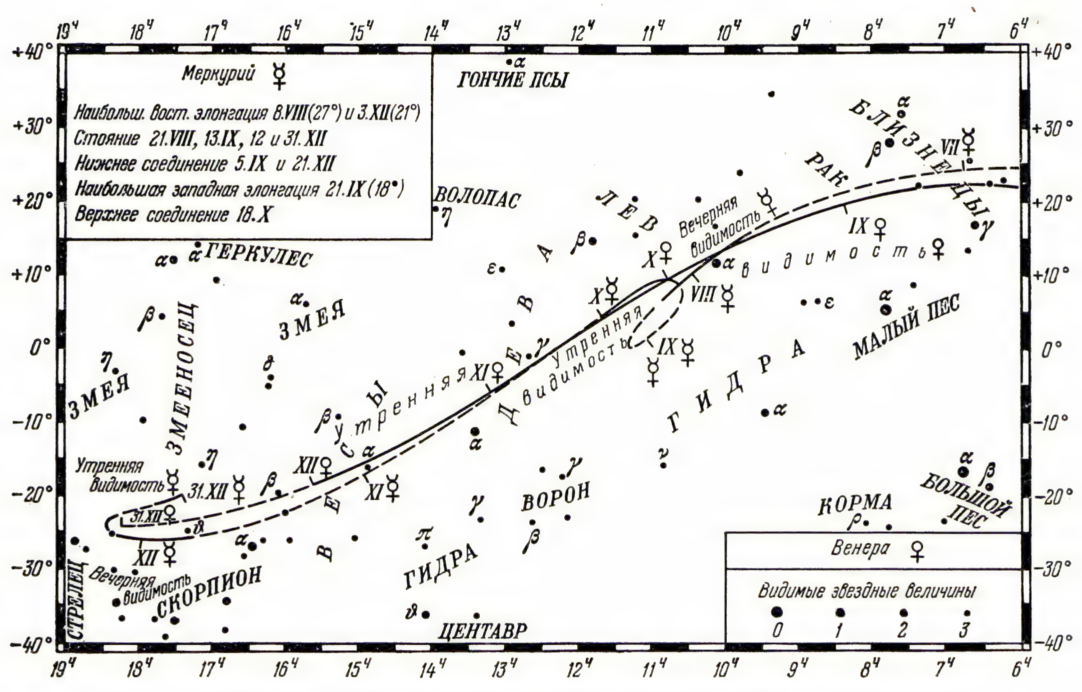


Рис. 3. Видимый путь Меркурия в июле—декабре и Венеры в августе—декабре 1977 г.

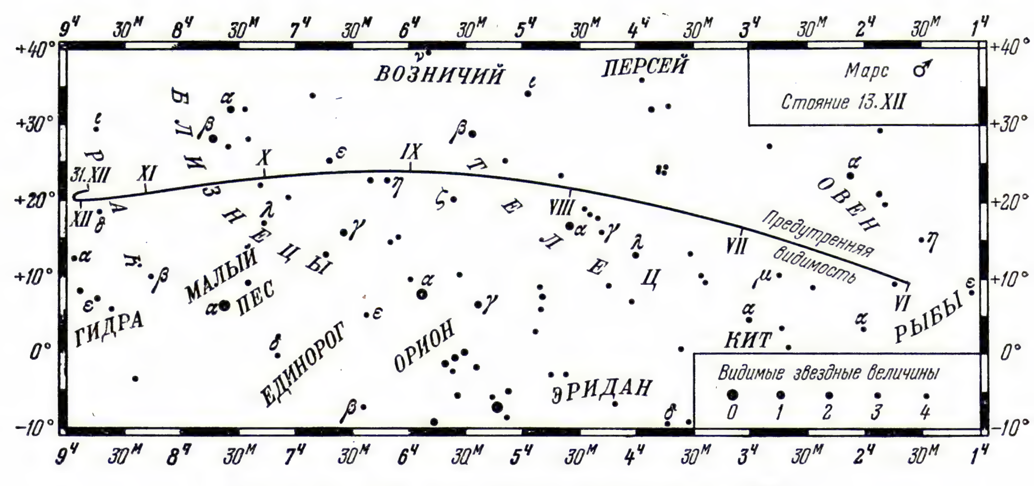


Рис. 4. Видимый путь Марса в июне—декабре 1977 г.

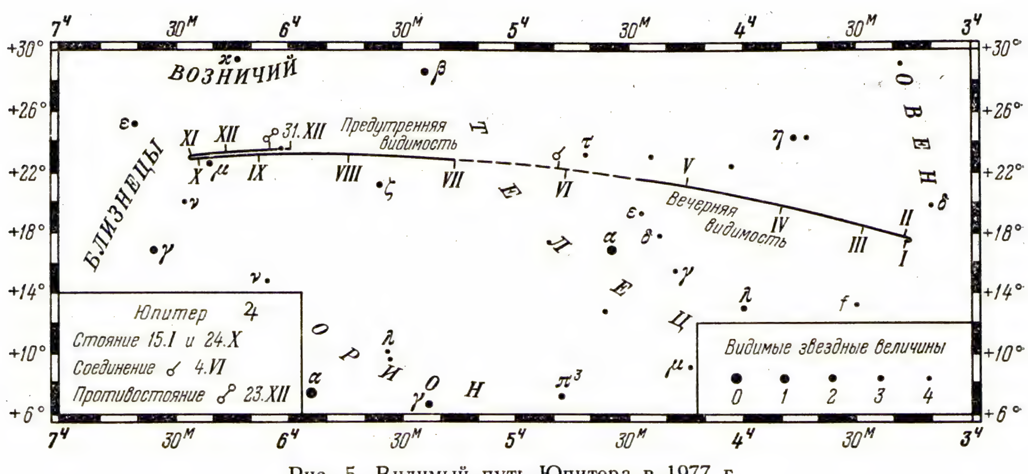


Рис. 5. Видимый путь Юпитера в 1977 г.

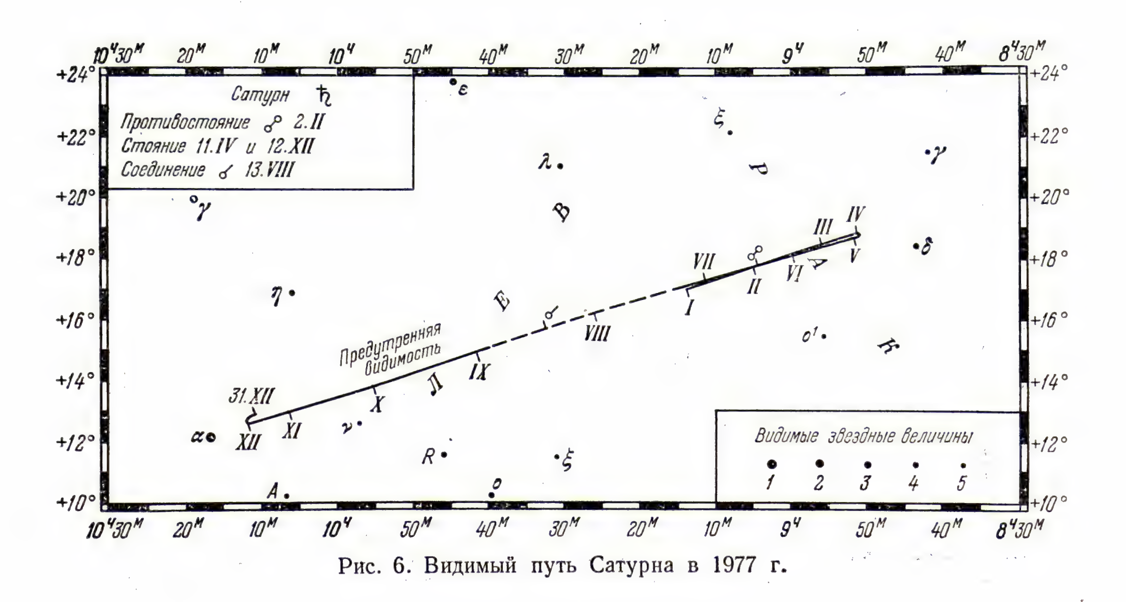


Рис. 6. Видимый путь Сатурна в 1977 г.

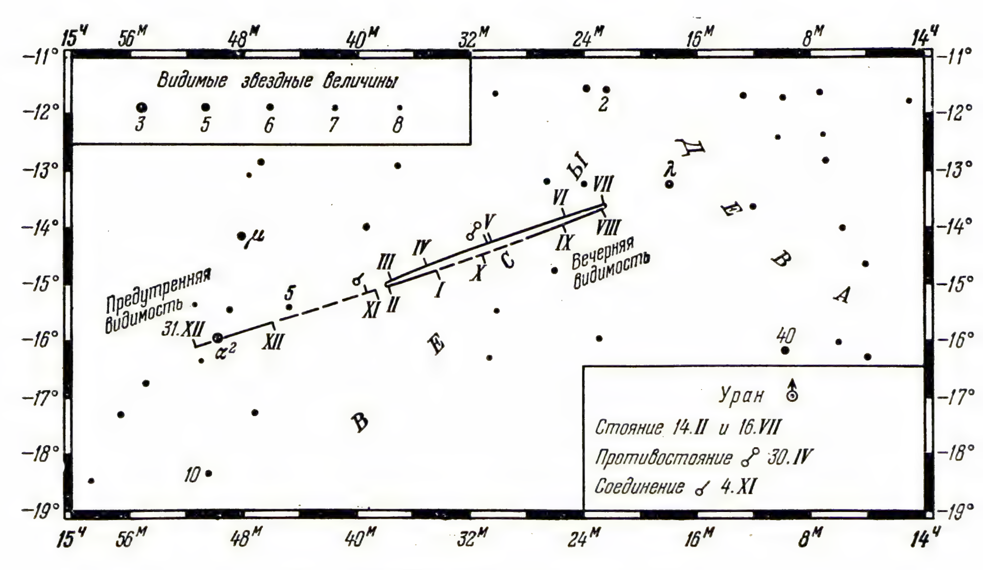


Рис. 7. Видимый путь Урана в 1977 г.

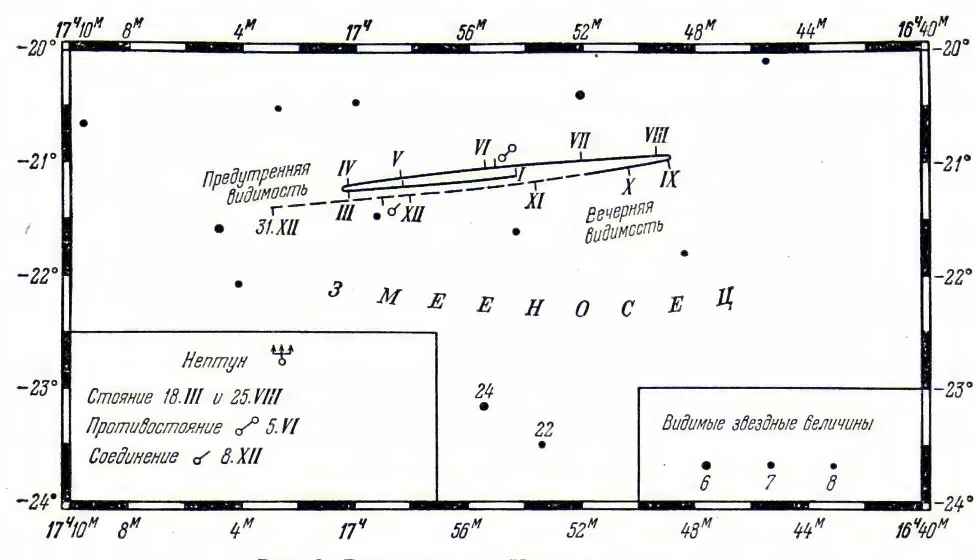


Рис. 8. Видимый путь Нептуна в 1977 г.

МЕРКУРИЙ

Дата 1977		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$				в $0^ч$ всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″		m
Янв.	1	8 57	12 48	16 39	52	19 33,9	—20 27	9,2	0,05	+1,3
	17	6 52	10 43	14 34	53	18 30,3	—20 17	8,6	0,29	+0,7
Февр.	2	6 52	10 32	14 12	49	19 19,6	—21 49	6,3	0,69	+0,1
	18	7 00	11 02	15 04	55	20 52,2	—19 14	5,3	0,86	—0,1
Март	6	6 44	11 43	16 43	71	22 35,8	—11 09	4,9	0,96	—0,8
	22	6 12	12 31	18 53	95	0 26,9	+ 2 09	5,1	0,98	—1,5
Апр.	7	5 27	13 11	20 56	120	2 10,7	+15 33	6,9	0,54	—0,2
	23	4 36	12 37	20 38	126	2 43,5	+18 27	10,6	0,07	+2,0
Май	9	3 51	11 06	18 21	113	2 15,3	+11 55	11,6	0,06	+2,3
	25	3 09	10 22	17 36	111	2 32,1	+11 11	8,7	0,33	+0,9
Июнь	10	2 36	10 36	18 37	124	3 47,4	+17 43	6,3	0,65	—0,2
	26	2 49	11 44	20 40	138	5 57,2	+24 08	5,1	0,98	—1,7
Июль	12	4 38	13 06	21 30	132	8 22,5	+21 17	5,3	0,88	—0,8
	28	6 28	13 45	21 00	113	10 06,6	+12 01	6,3	0,66	+0,2
Авг.	13	7 20	13 42	20 05	96	11 08,4	+ 2 54	8,0	0,42	+0,7
	29	6 34	12 40	18 47	91	11 11,6	+ 0 16	10,4	0,10	+1,9
Сент.	14	4 09	11 00	17 52	105	10 33,0	+ 7 50	8,8	0,17	+1,2
	30	4 30	11 02	17 32	99	11 35,1	+ 4 42	5,7	0,82	—0,9
Окт.	16	6 19	11 41	17 01	78	13 17,1	— 6 57	4,8	1,00	—1,1
Нояб.	1	8 03	12 16	16 28	59	14 55,8	—17 25	4,7	0,98	—0,6
	17	9 34	12 53	16 11	44	16 35,5	—24 10	5,1	0,89	—0,3
Дек.	3	10 17	13 22	16 27	41	18 08,4	—25 41	6,5	0,64	—0,2
	19	8 41	12 18	15 56	49	18 13,1	—22 04	9,7	0,02	+2,1

Нижнее соединение	6 января	30 апреля	5 сентября	21 декабря
Стояние	17 января	12 мая	13 сентября	31 декабря
Наибольшая западная элонгация	29 января (25°)	27 мая (25°)	21 сентября (18°)	
Верхнее соединение	16 марта	30 июня	18 октября	
Наибольшая восточная элонгация	10 апреля (19°)	8 августа (27°)	3 декабря (21°)	
Стояние	20 апреля	21 августа	12 декабря	

Лучшее время вечерней видимости Меркурия — первая половина апреля.

Лучшее время утренней видимости — вторая половина января, вторая половина сентября и конец декабря.

В третьей декаде июля и первой декаде декабря Меркурий виден по вечерам только в южных районах СССР.

МЕРКУРИЙ

Дата 1977	Восход планеты для эпох утренней видимости и заход для вечерней видимости для λ=0ч и φ= 40°	48°	56°	Интервал между восходом (заходом) планеты и началом (концом) сумерек для φ= 40°	48°	56°	α (в 0ч всемирного времени)	δ (в 0ч всемирного времени)	Звездная величина (в 0ч всемирного времени)	Верхняя кульминация для λ = 0ч
	ч м	ч м	ч м	м	м	м	ч м	° ′	m	ч м
Утренняя видимость										
Янв. 13	6 12	6 35	7 09	34	30	21	18 36,2	—19 50	+1,2	11 04
17	5 53	6 17	6 52	52	45	35	18 30,3	—20 17	+0,7	10 43
21	5 44	6 09	6 45	59	51	38	18 34,0	—20 50	+0,3	10 32
25	5 41	6 07	6 44	59	49	34	18 44,9	—21 20	+0,2	10 28
29	5 43	6 09	6 47	54	43	25	19 00,6	—21 42	+0,1	10 28
Февр. 2	5 47	6 13	6 52	46	35	13	19 19,6	—21 49	+0,1	10 32
6	5 51	6 18	6 56	39	25	2	19 40,9	—21 39	0,0	10 38
10	5 57	6 22	6 59	29	15	—	20 03,7	—21 11	0,0	10 45
Вечерняя видимость										
Март 26	19 10	19 18	19 29	20	20	19	0 55,4	+ 5 55	—1,3	12 44
30	19 34	19 47	20 03	40	43	44	1 23,1	+ 9 35	—1,0	12 56
Апр. 3	19 55	20 11	20 33	57	61	66	1 48,7	+12 51	—0,7	13 05
7	20 10	20 29	20 56	67	72	80	2 10,7	+15 33	—0,2	13 11
11	20 17	20 39	21 10	70	76	85	2 27,8	+17 30	+0,3	13 11
15	20 15	20 38	21 12	63	69	77	2 39,1	+18 39	+0,9	13 06
19	20 04	20 27	21 01	48	52	57	2 44,3	+18 58	+1,5	12 54
23	19 43	20 05	20 38	23	24	25	2 43,5	+18 27	+2,0	12 37
Вечерняя видимость										
Июль 20	20 32	20 52	21 20	29	15	—	9 20,1	+16 58	—0,2	13 31
24	20 31	20 48	21 11	32	16	—	9 44,6	+14 31	0,0	13 39
28	20 28	20 41	21 00	33	15	—	10 06,6	+12 01	+0,2	13 45
Авг. 1	20 22	20 33	20 47	31	13	—	10 26,0	+ 9 31	+0,3	13 48
5	20 14	20 22	20 33	28	9	—	10 42,9	+ 7 07	+0,4	13 49
Утренняя видимость										
Сент. 14	4 31	4 22	4 09	36	35	34	10 33,0	+7 50	+1,2	11 00
18	4 18	4 08	3 54	53	55	57	10 38,1	+8 38	+0,4	10 50
22	4 18	4 08	3 55	57	61	64	10 51,6	+8 17	—0,2	10 49
26	4 27	4 19	4 08	52	55	59	11 11,5	+6 54	—0,7	10 53
30	4 43	4 37	4 30	40	43	45	11 35,1	+4 42	—0,9	11 02
Окт. 4	5 01	4 59	4 56	25	26	27	12 00,5	+2 00	—1,0	11 11
Вечерняя видимость										
Ноябр. 25	17 39	17 06	16 15	25	11	—	17 24,9	—25 39	—0,3	13 11
29	17 46	17 12	16 21	34	20	—	17 47,9	—25 52	—0,3	13 18
Дек. 3	17 51	17 18	16 27	40	27	3	18 08,4	—25 41	—0,2	13 22
7	17 52	17 20	16 32	41	30	10	18 24,2	—25 09	0,0	13 21
11	17 47	17 16	16 31	35	26	10	18 32,3	—24 19	+0,3	13 12
15	17 30	17 02	16 20	17	11	—	18 29,0	—23 15	+1,0	12 51
Утренняя видимость										
Дек. 27	6 16	6 40	7 14	28	26	22	17 30,9	—20 13	+1,4	11 06
31	5 52	6 16	6 52	54	51	44	17 22,6	—20 06	+0,6	10 43

ВЕНЕРА

Дата 1977	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
	ч м	ч м	ч м	∓ °	ч м	° ′	″		*m*
Янв. 1	10 37	15 13	19 51	65	21 55,3	—14 21	19,5	0,62	—3,8
9	10 15	15 15	20 17	71	22 28,8	—10 44	20,9	0,59	—3,9
17	9 51	15 15	20 40	78	23 00,3	— 6 54	22,6	0,55	—4,0
25	9 25	15 13	21 02	86	23 29,9	— 2 58	24,5	0,51	—4,0
Февр. 2	8 58	15 09	21 21	93	23 57,3	+ 0 58	26,9	0,47	—4,1
10	8 28	15 02	21 37	99	0 22,3	+ 4 46	29,7	0,42	—4,2
18	7 57	14 52	21 49	106	0 44,3	+ 8 20	33,1	0,36	—4,3
26	7 23	14 38	21 55	112	1 02,4	+11 30	37,2	0,30	—4,3
Март 6	6 47	14 19	21 52	117	1 15,0	+14 06	42,1	0,23	—4,3
14	6 09	13 52	21 36	120	1 20,2	+15 51	47,7	0,16	—4,2
22	5 19	13 16	20 53	121	1 16,4	+16 26	53,4	0,09	—4,0
30	4 52	12 32	20 10	120	1 04,0	+15 30	57,9	0,03	—3,5
Апр. 7	4 20	11 43	19 05	115	0 46,8	+13 06	59,4	0,01	—3,1
15	3 54	10 57	17 59	109	0 32,0	+ 9 59	57,1	0,03	—3,5
23	3 33	10 20	17 05	104	0 25,1	+ 7 15	52,0	0,09	—3,9
Май 1	3 15	9 51	16 27	101	0 27,5	+ 5 32	46,0	0,16	—4,1
9	2 57	9 30	16 04	100	0 38,0	+ 4 57	40,4	0,23	—4,2
17	2 40	9 16	15 52	101	0 54,7	+ 5 22	35,5	0,30	—4,2
25	2 23	9 06	15 50	103	1 16,1	+ 6 32	31,5	0,36	—4,2
Июнь 2	2 05	8 59	15 54	106	1 40,7	+ 8 13	28,2	0,42	—4,1
10	1 48	8 55	16 03	109	2 08,1	+10 14	25,5	0,47	—4,0
18	1 32	8 53	16 15	114	2 37,7	+12 26	23,2	0,51	—3,9
26	1 17	8 53	16 30	118	3 09,2	+14 39	21,3	0,55	—3,9

ВЕНЕРА

Дата 1977	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
	ч м	ч м	ч м	∓ °	ч м	° ′	″		m
Июль 4	1 04	8 55	16 47	122	3 42,4	+16 45	19,7	0,59	—3,8
12	0 53	8 59	17 04	126	4 17,4	+18 37	18,4	0,62	—3,7
20	0 46	9 04	17 22	129	4 54,0	+20 08	17,2	0,66	—3,7
28	0 44	9 10	17 37	131	5 31,8	+21 12	16,2	0,69	—3,6
Авг. 5	0 46	9 17	17 49	133	6 10,8	+21 44	15,4	0,72	—3,6
13	0 55	9 26	17 56	132	6 50,4	+21 41	14,6	0,74	—3,5
21	1 09	9 34	17 58	131	7 30,4	+21 01	14,0	0,77	—3,5
29	1 28	9 42	17 55	128	8 10,2	+19 44	13,4	0,80	—3,4
Сент. 6	1 51	9 50	17 48	124	8 49,7	+17 51	12,9	0,82	—3,4
14	2 16	9 57	17 37	119	9 28,5	+15 26	12,5	0,84	—3,4
22	2 43	10 04	17 24	114	10 06,7	+12 32	12,1	0,86	—3,4
30	3 10	10 10	17 08	108	10 44,1	+ 9 15	11,7	0,88	—3,4
Окт. 8	3 37	10 15	16 52	101	11 21,0	+ 5 41	11,4	0,90	—3,4
16	4 05	10 20	16 34	94	11 57,5	+ 1 54	11,2	0,91	—3,4
24	4 33	10 25	16 16	87	12 34,1	— 1 58	10,9	0,93	—3,4
Нояб. 1	5 02	10 30	15 58	80	13 10,8	— 5 50	10,7	0,94	—3,4
9	5 31	10 36	15 41	74	13 48,2	— 9 35	10,5	0,95	—3,4
17	6 00	10 43	15 25	67	14 26,5	—13 07	10,4	0,96	—3,4
25	6 30	10 51	15 11	61	15 05,8	—16 18	10,3	0,97	—3,4
Дек. 3	6 59	11 00	15 01	55	15 46,4	—19 02	10,1	0,98	—3,4
11	7 26	11 11	14 54	51	16 28,3	—21 13	10,1	0,99	—3,4
19	7 50	11 22	14 53	47	17 11,2	—22 44	10,0	0,99	—3,4
27	8 09	11 34	14 59	46	17 54,9	—23 32	9,9	0,99	—3,4

24 января — наибольшая восточная элонгация 47°.
1 марта — наибольший блеск.
14 марта — стояние.
6 апреля — нижнее соединение.
24 апреля — стояние.
11 мая — наибольший блеск.
15 июня — наибольшая западная элонгация 46°.
В январе, феврале и марте Венера хорошо видна по вечерам.
Летом и осенью Венера видна по утрам.

МАРС

Дата 1977		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	∓ °	ч м	° ′	″		m
Янв.	1	7 57	11 17	14 38	44	17 59,9	−24 04	3,9	1,00	+1,6
	9	7 51	11 12	14 33	45	18 26,2	−24 00	3,9	0,99	+1,6
	17	7 43	11 07	14 31	45	18 52,6	−23 39	3,9	0,99	+1,5
	25	7 32	11 02	14 32	47	19 19,0	−23 02	4,0	0,99	+1,5
Февр.	2	7 19	10 57	14 34	49	19 45,2	−22 09	4,0	0,99	+1,5
	10	7 04	10 51	14 38	51	20 11,2	−21 00	4,1	0,98	+1,5
	18	6 47	10 45	14 44	54	20 36,9	−19 37	4,1	0,98	+1,5
	26	6 29	10 39	14 50	57	21 02,2	−18 00	4,2	0,98	+1,5
Март	6	6 09	10 32	14 56	61	21 27,2	−16 11	4,2	0,97	+1,4
	14	5 48	10 25	15 03	65	21 51,6	−14 11	4,3	0,97	+1,4
	22	5 27	10 18	15 09	69	22 15,7	−12 03	4,3	0,97	+1,4
	30	5 05	10 10	15 16	73	22 39,4	−9 47	4,4	0,96	+1,4
Апр.	7	4 42	10 02	15 22	77	23 02,8	−7 26	4,4	0,96	+1,4
	15	4 19	9 53	15 29	82	23 25,9	−5 00	4,5	0,96	+1,4
	23	3 56	9 45	15 35	86	23 48,7	−2 33	4,6	0,95	+1,3
Май	1	3 32	9 36	15 40	90	0 11,4	−0 05	4,6	0,95	+1,3
	9	3 09	9 27	15 46	95	0 33,9	+2 22	4,7	0,94	+1,3
	17	2 45	9 18	15 51	100	0 56,4	+4 47	4,7	0,94	+1,3
	25	2 22	9 09	15 56	104	1 18,9	+7 07	4,8	0,93	+1,3
Июнь	2	1 59	9 00	16 02	108	1 41,5	+9 22	4,9	0,93	+1,3
	10	1 36	8 51	16 06	112	2 04,1	+11 31	5,0	0,93	+1,3
	18	1 14	8 42	16 11	116	2 26,8	+13 31	5,0	0,92	+1,3
	26	0 53	8 33	16 15	119	2 49,7	+15 23	5,1	0,92	+1,2

МАРС

Дата 1977		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″		m
Июль	4	0 32	8 25	16 19	123	3 12,6	+17 04	5,2	0,91	+1,2
	12	0 12	8 16	16 21	126	3 35,6	+18 35	5,3	0,91	+1,2
	20	23 51	8 08	16 23	129	3 58,7	+19 53	5,4	0,90	+1,2
	28	23 33	7 59	16 24	131	4 21,7	+21 00	5,5	0,90	+1,2
Авг.	5	23 17	7 51	16 23	133	4 44,6	+21 54	5,7	0,90	+1,1
	13	23 02	7 42	16 20	135	5 07,4	+22 36	5,8	0,89	+1,1
	21	22 49	7 33	16 15	136	5 29,8	+23 06	6,0	0,89	+1,1
	29	22 36	7 23	16 09	137	5 51,8	+23 24	6,1	0,89	+1,0
Сент.	6	22 25	7 13	16 00	137	6 13,3	+23 32	6,3	0,88	+1,0
	14	22 15	7 02	15 48	137	6 34,2	+23 29	6,6	0,88	+0,9
	22	22 05	6 51	15 35	136	6 54,4	+23 18	6,8	0,88	+0,9
	30	21 56	6 39	15 20	136	7 13,6	+22 59	7,1	0,88	+0,8
Окт.	8	21 46	6 25	15 02	134	7 31,9	+22 34	7,4	0,88	+0,7
	16	21 36	6 11	14 44	133	7 49,0	+22 06	7,7	0,88	+0,6
	24	21 25	5 55	14 23	132	8 04,7	+21 35	8,1	0,88	+0,5
Нояб.	1	21 12	5 38	14 02	131	8 19,1	+21 05	8,6	0,89	+0,4
	9	20 56	5 19	13 39	130	8 31,7	+20 38	9,1	0,89	+0,3
	17	20 38	4 58	13 15	129	8 42,4	+20 16	9,7	0,90	+0,2
	25	20 17	4 35	12 50	129	8 50,8	+20 03	10,3	0,91	0,0
Дек.	3	19 51	4 09	12 24	129	8 56,6	+20 00	11,0	0,92	—0,2
	11	19 21	3 41	11 57	129	8 59,5	+20 10	11,7	0,94	—0,4
	19	18 45	3 08	11 28	130	8 58,9	+20 34	12,5	0,95	—0,5
	27	18 03	2 33	10 58	131	8 54,8	+21 13	13,2	0,97	—0,7

13 декабря — стояние.

Лучшее время для наблюдений — конец года, когда Марс восходит вечером и виден до рассвета в созвездии Рака.

Летом и осенью Марс хорошо виден поздно вечером и ночью.

В первой половине сентября он близок к Юпитеру в созвездии Близнецов.

Противостояние будет 22 января 1978 г.

ЮПИТЕР

Дата 1977		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска по-лярн.	Диаметр диска эк-ват.	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	″	m
Янв.	1	12 39	20 32	4 29	123	3 17,5	+17 12	42,5	45,6	—2,2
	17	11 35	19 28	3 24	123	3 16,0	+17 11	40,5	43,4	—2,1
Февр.	2	10 32	18 27	2 25	123	3 18,0	+17 23	38,4	41,1	—2,0
	18	9 32	17 29	1 30	124	3 23,3	+17 47	36,4	39,0	—1,9
Март	6	8 33	16 35	0 40	125	3 31,5	+18 21	34,7	37,2	—1,8
	22	7 36	15 42	23 50	127	3 42,1	+19 00	33,3	35,6	—1,7
Апр.	7	6 39	14 52	23 05	128	3 54,6	+19 42	32,1	34,4	—1,6
	23	5 45	14 03	22 21	130	4 08,5	+20 24	31,2	33,4	—1,6
Май	9	4 51	13 15	21 39	131	4 23,4	+21 03	30,6	32,8	—1,5
	25	3 59	12 28	20 56	132	4 39,0	+21 38	30,3	32,5	—1,5
Июнь	10	3 08	11 41	20 14	133	4 54,9	+22 07	30,2	32,4	—1,5
	26	2 17	10 53	19 30	134	5 10,7	+22 30	30,4	32,6	—1,5
Июль	12	1 27	10 06	18 45	135	5 26,2	+22 46	30,8	33,0	—1,5
	28	0 37	9 17	17 58	135	5 40,8	+22 56	31,5	33,8	—1,6
Авг.	13	23 44	8 28	17 19	136	5 54,2	+23 01	32,5	34,8	—1,6
	29	22 52	7 37	16 18	136	6 06,0	+23 02	33,7	36,1	—1,7
Сент.	14	21 59	6 43	15 24	136	6 15,6	+23 00	35,2	37,7	—1,8
	30	21 03	5 47	14 27	135	6 22,5	+22 58	36,9	39,6	—1,9
Окт.	16	20 04	4 48	13 28	135	6 26,2	+22 56	38,8	41,6	—2,0
Нояб.	1	19 01	3 45	12 25	135	6 26,3	+22 57	40,7	43,6	—2,1
	17	17 54	2 38	11 19	136	6 22,7	+23 01	42,4	45,5	—2,2
Дек.	3	16 43	1 29	10 10	136	6 15,9	+23 05	43,7	46,8	—2,3
	19	15 31	0 17	8 59	136	6 07,0	+23 10	44,3	47,4	—2,3

15 января — стояние.
4 июня — соединение.
24 октября — стояние.
23 декабря — противостояние.

Лучшее время для наблюдений — октябрь, ноябрь и декабрь, когда Юпитер виден ночью высоко в южной части небосвода в созвездии Близнецов.

До мая Юпитер хорошо виден по вечерам в созвездии Тельца.

В июле, августе и сентябре — виден в поздние вечерние и ночные часы.

САТУРН

Дата 1977	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Полярный диаметр диска	Оси кольца: большая	Оси кольца: малая	Звездная величина
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени					
	ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	″	″	m
Янв. 1	18 37	2 32	10 23	122	9 14,2	+16 56	17,9	45,2	−12,3	+0,3
17	17 27	1 25	9 18	123	9 10,0	+17 17	18,2	45,8	−12,8	+0,1
Ферв. 2	16 16	0 17	8 13	124	9 04,9	+17 41	18,3	46,0	−13,3	0,0
18	15 05	23 04	7 08	125	8 59,8	+18 05	18,2	45,8	−13,7	+0,1
Март 6	13 55	21 57	6 03	125	8 55,3	+18 24	18,0	45,2	−13,8	+0,2
22	12 48	20 51	4 59	126	8 52,2	+18 37	17,6	44,2	−13,7	+0,3
Апр. 7	11 43	19 47	3 55	126	8 50,8	+18 42	17,1	43,1	−13,5	+0,4
23	10 40	18 44	2 52	126	8 51,2	+18 40	16,6	41,8	−13,0	+0,5
Май 9	9 41	17 44	1 51	126	8 53,5	+18 31	16,1	40,6	−12,5	+0,5
25	8 44	16 45	0 50	125	8 57,4	+18 14	15,7	39,5	−11,9	+0,6
Июнь 10	7 50	15 47	23 45	124	9 02,8	+17 52	15,3	38,6	−11,3	+0,6
26	6 57	14 51	22 45	123	9 09,2	+17 24	15,0	37,8	−10,7	+0,7
Июль 12	6 05	13 55	21 46	122	9 16,5	+16 52	14,8	37,3	−10,1	+0,7
28	5 14	13 00	20 46	121	9 24,3	+16 17	14,7	36,9	−9,5	+0,6
Авг. 13	4 24	12 05	19 47	120	9 32,4	+15 40	14,6	36,8	−8,9	+0,6
29	3 33	11 10	18 48	119	9 40,4	+15 02	14,7	36,9	−8,4	+0,7
Сент. 14	2 42	10 15	17 48	117	9 48,1	+14 24	14,8	37,3	−8,0	+0,8
30	1 50	9 19	16 48	116	9 55,2	+13 50	15,0	37,8	−7,6	+0,8
Окт. 16	0 57	8 23	15 48	115	10 01,5	+13 19	15,3	38,5	−7,3	+0,8
Нояб. 1	{ 0 02 23 58 }	7 25	14 48	114	10 06,5	+12 55	15,7	39,5	−7,1	+0,8
17	23 00	6 25	13 46	114	10 10,1	+12 39	16,1	40,6	−7,1	+0,8
Дек. 3	22 00	5 24	12 45	114	10 12,1	+12 32	16,6	41,8	−7,2	+0,7
19	20 57	4 22	11 42	114	10 12,2	+12 35	17,1	43,0	−7,4	+0,7

2 февраля — противостояние.
11 апреля — стояние.
13 августа — соединение.
12 декабря — стояние.

Лучшее время для наблюдений — январь, февраль и март, когда Сатурн виден ночью высоко в южной части небосвода в созвездии Рака.

В апреле и мае Сатурн виден по вечерам и ночью, в июне — в лучах вечерней зари. С сентября Сатурн виден утром, недалеко от Венеры. В ноябре он восходит по полуночи и виден ночью близко от звезды α Льва.

Значения экваториального диаметра диска Сатурна можно получить, умножая значения его полярного диаметра на 1,1175.

УРАН

Дата 1977	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Примечание
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени			
	ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	
Янв. 1	3 19	7 51	12 23	64	14 34,1	−14 40	3,6	Блеск Урана во время противостояния равен 5,7 звездной величины, во время соединения 5,9 звездной величины. В бинокль Уран виден хорошо и по карте на стр. 48 легко может быть найден среди звезд. Диск планеты заметен при увеличениях не менее, чем в 100 раз.
17	2 19	6 50	11 22	64	14 36,5	−14 50	3,7	
Февр. 2	1 18	5 48	10 19	64	14 37,7	−14 55	3,7	
18	0 15	4 46	9 16	64	14 38,0	−14 56	3,8	
Март 6	23 07	3 42	8 13	64	14 37,3	−14 53	3,8	
22	22 02	2 38	7 10	64	14 35,9	−14 46	3,9	
Апр. 7	20 56	1 33	6 06	64	14 33,8	−14 36	3,9	
23	19 49	0 27	5 02	65	14 31,2	−14 24	3,9	
Май 9	18 45	23 18	3 58	65	14 28,6	−14 11	3,9	
25	17 35	22 12	2 54	65	14 26,1	−13 59	3,9	
Июнь 10	16 29	21 08	1 50	66	14 24,0	−13 50	3,9	
26	15 24	20 03	0 46	66	14 22,6	−13 43	3,8	
Июль 12	14 20	19 00	23 39	66	14 21,9	−13 40	3,8	
28	13 18	17 57	22 36	66	14 22,1	−13 42	3,7	
Авг. 13	12 17	16 55	21 34	66	14 23,2	−13 47	3,7	
29	11 17	15 54	20 32	65	14 25,0	−13 57	3,6	
Сент. 14	10 18	14 54	19 30	65	14 27,6	−14 10	3,6	
30	9 20	13 54	18 28	64	14 30,8	−14 26	3,5	
Окт. 16	8 23	12 55	17 27	64	14 34,4	−14 44	3,5	
Нояб. 1	7 25	11 56	16 26	63	14 38,3	−15 02	3,5	
17	6 29	10 57	15 25	63	14 42,2	−15 20	3,5	
Дек. 3	5 32	9 58	14 24	62	14 46,0	−15 38	3,5	
19	4 34	8 58	13 22	62	14 49,4	−15 53	3,5	

14 февраля — стояние.
30 апреля — противостояние.
16 июля — стояние.
4 ноября — соединение.

Лучшее время для наблюдений — апрель и май, когда Уран виден ночью в южной части небосвода в созвездии Весов.

В январе и феврале Уран виден во второй половине ночи, в марте восходит до полуночи. В июне Уран заходит после полуночи, с июля вечером. В декабре Уран виден по утрам.

НЕПТУН

Дата 1977	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Примечание
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени			
	ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	
Янв. 1	6 25	10 10	13 55	51	16 54,1	—21 07	2,3	Блеск Нептуна во время противостояния равен 7,7 звездной величины, во время соединения 7,8 звездной величины. Для того чтобы найти Нептун, необходим телескоп с объективом не менее 30 *мм* или светосильный призменный бинокль. По карте на стр. 49 Нептун может быть найден среди звезд. В слабые телескопы его нельзя отличить от звезд.
17	5 25	9 10	12 54	51	16 56,3	—21 10	2,4	
Февр. 2	4 24	8 09	11 53	51	16 58,2	—21 12	2,4	
18	3 23	7 07	10 51	51	16 59,5	—21 13	2,4	
Март 6	2 21	6 05	9 49	51	17 00,3	—21 14	2,4	
22	1 18	5 02	8 46	51	17 00,5	—21 13	2,4	
Апр. 7	0 14	3 59	7 43	51	17 00,0	—21 12	2,5	
23	23 06	2 55	6 39	51	16 59,1	—21 10	2,5	
Май 9	22 02	1 51	5 36	51	16 57,7	—21 08	2,5	
25	20 57	0 46	4 31	51	16 56,0	—21 05	2,5	
Июнь 10	19 52	23 37	3 27	51	16 54,1	—21 02	2,5	
26	18 46	22 33	2 23	51	16 52,4	—20 59	2,5	
Июль 12	17 42	21 28	1 18	51	16 50,8	—20 57	2,5	
28	16 37	20 24	0 15	51	16 49,6	—20 56	2,5	
Авг. 13	15 34	19 20	23 07	51	16 48,8	—20 56	2,4	
29	14 31	18 17	22 04	51	16 48,7	—20 56	2,4	
Сент. 14	13 29	17 15	21 00	51	16 49,1	—20 58	2,4	
30	12 27	16 13	19 59	51	16 50,1	—21 00	2,4	
Окт. 16	11 26	15 12	18 57	51	16 51,6	—21 04	2,4	
Нояб. 1	10 26	14 11	17 56	51	16 53,6	—21 07	2,4	
17	9 26	13 10	16 55	51	16 55,9	—21 11	2,3	
Дек. 3	8 26	12 10	15 54	51	16 58,4	—21 16	2,3	
19	7 26	11 09	14 53	50	17 01,0	—21 19	2,3	

18 марта — стояние.
5 июня — противостояние.
25 августа — стояние.
8 декабря — соединение.

Лучшее время для наблюдений — май и июнь, когда Нептун виден ночью в южной части небосвода в созвездии Змееносца.

В январе и феврале Нептун виден под утро, в марте и апреле во второй половине ночи, летом по вечерам.

ВРЕМЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ЯРКИХ ПЛАНЕТ

для широты φ = 56° (в часах и долях часа)

Дата 1977		Венера		Марс		Юпитер		Сатурн	
		время от начала до конца видимости	продолжительность видимости	время от начала до конца видимости	продолжительность видимости	время от начала до конца видимости	продолжительность видимости	время от начала до конца видимости	продолжительность видимости
Янв.	1	16,5—19,8	3,3	—	—	16,5—4,5	12,0	18,6—7,6	13,0
	17	16,9—20,7	3,8	Не виден		16,9—3,4	10,5	17,5—7,5	14,0
Февр.	2	17,4—21,4	4,0	—	—	17,4—2,4	9,0	Вся ночь	(13,7)
	18	17,9—21,8	3,9	—	—	17,9—1,5	7,6	Вся ночь	(12,7)
Март	6	18,5—21,9	3,4	—	—	18,5—0,7	6,2	Вся ночь	(11,4)
	22	19,0—20,9	1,9	—	—	19,0—23,8	4,8	19,0—5,0	10,0
Апр.	7	4,3—4,5	0,2	—	—	19,6—23,1	3,5	19,6—3,9	8,3
	23	3,6—3,8	0,2	—	—	20,2—22,3	2,1	20,2—2,9	5,7
Май	9	3,0—3,0	0,0	—	—	20,9—21,6	0,8	20,9—1,9	5,0
	25	2,4—2,4	0,0	2,4—2,4	0,0	—	—	21,5—0,8	3,3
Июнь	10	1,8—2,0	0,2	1,6—2,0	0,4	Не виден		22,0—23,7	1,7
	26	1,3—2,0	0,7	0,9—2,0	1,1	—	—	22,1—22,7	0,6
Июль	12	0,9—2,3	1,4	0,2—2,3	2,1	1,5—2,3	0,8	—	—
	28	0,7—2,9	2,2	23,6—2,9	3,3	0,6—2,9	2,3	Не виден	
Авг.	13	0,9—3,5	2,6	23,0—3,5	4,5	23,7—3,5	3,8	—	—
	29	1,5—4,1	2,6	22,6—4,1	5,5	22,9—4,1	5,2	3,6—4,1	0,5
Сент.	14	2,3—4,7	2,4	22,3—4,7	6,4	22,0—4,7	6,7	2,7—4,7	2,0
	30	3,2—5,3	2,1	21,9—5,3	7,4	21,1—5,3	8,2	1,8—5,3	3,5
Окт.	16	4,1—5,8	1,7	21,6—5,8	8,2	20,1—5,8	9,7	1,0—5,8	4,8
Нояб.	1	5,0—6,3	1,3	21,2—6,3	9,1	19,0—6,3	11,3	0,0—6,3	6,3
	17	6,0—6,8	0,8	20,6—6,8	10,2	17,9—6,8	12,9	23,0—6,8	7,8
Дек.	3	7,0—7,2	0,2	19,9—7,2	11,3	16,7—7,2	14,5	22,0—7,2	9,2
	19	Не видна		18,8—7,5	12,7	Вся ночь	(15,1)	20,9—7,5	10,6

ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА (l) И РАДИУС-ВЕКТОР (r) ВНУТРЕННИХ ПЛАНЕТ

(в 0ч всемирного времени)

Дата 1977		Меркурий		Венера		Земля		Марс	
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)
Янв.	0	66,°0	0,310	40,°3	0,723	99,°1	0,983	262,°1	1,471
	2	78,4	0,308	43,5	0,723	101,1	0,983	263,2	1,468
	7	109,6	0,316	51,5	0,722	106,2	0,984	266,0	1,462
	12	138,0	0,337	59,5	0,722	111,3	0,984	268,9	1,456
	17	162,6	0,365	67,5	0,722	116,4	0,984	271,7	1,450
	22	183,5	0,394	75,6	0,721	121,5	0,984	274,6	1,445
	27	201,6	0,420	83,7	0,720	126,6	0,985	277,6	1,439
Фев.	1	217,6	0,441	91,7	0,720	131,6	0,986	280,5	1,433
	6	232,4	0,456	99,8	0,719	136,7	0,986	283,4	1,428
	11	246,4	0,465	107,9	0,719	141,8	0,987	286,4	1,423
	16	260,2	0,466	116,0	0,719	146,8	0,988	289,4	1,419
	21	274,1	0,461	124,2	0,719	151,9	0,989	292,5	1,414
	26	288,5	0,449	132,3	0,718	156,9	0,990	295,5	1,409
Март	3	304,1	0,431	140,4	0,719	161,9	0,991	298,5	1,406
	8	321,3	0,407	148,5	0,719	166,9	0,993	301,6	1,402
	13	340,9	0,379	156,7	0,719	171,9	0,994	304,7	1,398
	18	3,6	0,350	164,8	0,719	176,9	0,995	307,8	1,395
	23	30,0	0,325	172,9	0,720	181,8	0,997	310,9	1,393
	28	59,8	0,310	181,0	0,720	186,8	0,998	314,1	1,390
Апр.	2	91,2	0,309	189,1	0,721	191,7	1,000	317,2	1,388
	7	121,5	0,324	197,1	0,721	196,7	1,001	320,3	1,386
	12	148,5	0,348	205,2	0,722	201,6	1,002	323,5	1,385
	17	171,5	0,377	213,2	0,723	206,5	1,004	326,7	1,384
	22	191,1	0,405	221,2	0,723	211,4	1,005	329,9	1,383
	27	208,3	0,429	229,2	0,724	216,2	1,007	333,0	1,382
Май	2	223,8	0,448	237,2	0,725	221,1	1,008	336,2	1,381
	7	238,2	0,460	245,2	0,725	225,9	1,009	339,4	1,382
	12	252,0	0,466	253,1	0,726	230,8	1,010	342,5	1,383
	17	265,8	0,465	261,1	0,726	235,6	1,011	345,7	1,384
	22	279,8	0,457	269,0	0,727	240,4	1,012	348,9	1,385
	27	294,7	0,442	276,9	0,727	245,2	1,013	352,0	1,387
Июнь	1	310,9	0,421	283,8	0,728	250,0	1,014	355,2	1,389
	6	329,0	0,396	292,7	0,728	254,8	1,015	358,3	1,391
	11	349,7	0,367	300,6	0,728	259,6	1,015	1,4	1,394
	16	13,9	0,339	308,5	0,728	264,4	1,016	4,5	1,397
	21	41,7	0,317	316,4	0,728	269,1	1,016	7,6	1,401
	26	72,5	0,308	324,3	0,728	273,9	1,016	10,7	1,404

Дата 1977		Меркурий		Венера		Земля		Марс	
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)
Июль	1	103,°8	0,314	332,°3	0,728	278,°7	1,017	13,°8	1,408
	6	132,9	0,333	340,2	0,728	283,4	1,017	16,8	1,412
	11	158,2	0,360	348,1	0,727	288,2	1,016	19,8	1,417
	16	179,8	0,388	356,1	0,727	293,0	1,016	22,9	1,421
	21	198,3	0,415	4,0	0,726	297,8	1,016	25,8	1,426
	26	214,7	0,438	12,0	0,726	302,5	1,015	28,8	1,432
	31	229,7	0,454	20,0	0,725	307,3	1,015	31,7	1,437
Авг.	5	243,8	0,464	27,9	0,724	312,1	1,014	34,7	1,442
	10	257,6	0,467	35,9	0,724	316,9	1,013	37,6	1,448
	15	271,4	0,463	43,9	0,723	321,7	1,013	40,4	1,454
	20	285,8	0,452	52,0	0,722	326,5	1,012	43,3	1,460
	25	301,1	0,434	60,0	0,722	331,3	1,011	46,1	1,466
	30	317,9	0,412	68,0	0,721	336,1	1,010	48,9	1,472
Сент.	4	337,0	0,384	76,1	0,720	341,0	1,008	51,7	1,478
	9	359,1	0,355	84,2	0,720	345,8	1,007	54,5	1,485
	14	24,8	0,329	92,2	0,719	350,7	1,006	57,2	1,491
	19	54,0	0,312	100,3	0,719	355,6	1,004	59,9	1,498
	24	85,3	0,308	108,4	0,719	0,5	1,003	62,6	1,504
	29	116,1	0,320	116,5	0,719	5,4	1,002	65,3	1,511
Окт.	4	143,7	0,343	124,6	0,718	10,3	1,000	67,9	1,517
	9	167,4	0,371	132,8	0,718	15,2	0,999	70,5	1,524
	14	187,6	0,400	140,9	0,718	20,2	0,997	73,1	1,530
	19	205,2	0,425	149,0	0,719	25,1	0,996	75,7	1,536
	24	220,9	0,445	157,1	0,719	30,1	0,995	78,3	1,543
	29	235,5	0,459	165,3	0,719	35,1	0,994	80,8	1,549
Нояб.	3	249,4	0,466	173,4	0,720	40,1	0,993	83,3	1,555
	8	263,2	0,466	181,5	0,720	45,1	0,991	85,8	1,562
	13	277,2	0,459	189,6	0,721	50,1	0,990	88,3	1,568
	18	291,8	0,446	197,6	0,721	55,2	0,989	90,7	1,574
	23	307,7	0,426	205,7	0,722	60,2	0,988	93,1	1,579
	28	325,4	0,401	213,8	0,723	65,3	0,987	95,6	1,585
Дек.	3	345,6	0,372	221,7	0,723	70,3	0,986	98,0	1,591
	8	9,0	0,344	229,7	0,724	75,4	0,985	100,4	1,596
	13	36,2	0,321	237,7	0,725	80,5	0,985	102,7	1,601
	18	66,6	0,308	245,6	0,725	85,6	0,984	105,1	1,606
	23	98,1	0,311	253,6	0,726	90,7	0,984	107,5	1,612
	28	127,8	0,328	261,5	0,726	95,8	0,983	109,8	1,616
	33	153,8	0,354	269,5	0,727	100,8	0,983	112,1	1,620

ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА (l) И РАДИУС-ВЕКТОР (r) ВНЕШНИХ ПЛАНЕТ

(на 0ч всемирного времени)

Дата 1977		Юпитер		Сатурн		Уран	Нептун
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	l
Янв.	0	59,°6	5,023	131,°8	9,130	217,°9	253,°5
	17	61,1	5,027	132,5	9,133	218,1	253,6
Февр.	6	62,8	5,032	133,2	9,138	218,3	253,7
	26	64,6	5,038	133,9	9,142	218,6	253,8
Март	18	66,4	5,044	134,6	9,146	218,8	253,9
Апр.	7	68,1	5,050	135,4	9,150	219,1	254,0
	27	69,9	5,056	136,1	9,155	219,3	254,2
Май	17	71,7	5,062	136,8	9,159	219,6	254,3
Июнь	6	73,4	5,068	137,5	9,164	219,8	254,4
	26	75,2	5,074	138,3	9,168	220,1	254,5
Июль	16	76,9	5,081	139,0	9,173	220,3	254,6
Авг.	5	78,6	5,087	139,7	9,177	220,6	254,7
	25	80,4	5,094	140,4	9,182	220,8	254,9
Сент.	14	82,1	5,100	141,2	9,187	221,1	255,0
Окт.	4	83,8	5,107	141,9	9,191	221,3	255,1
	24	85,5	5,114	142,6	9,196	221,6	255,2
Нояб.	13	87,3	5,121	143,3	9,201	221,8	255,3
Дек.	3	89,0	5,128	144,0	9,206	222,1	255,4
	23	90,7	5,135	144,8	9,211	222,3	255,5
	33	91,5	5,138	145,1	9,213	222,5	255,6

ЗАТМЕНИЯ

В 1977 г. произойдут два солнечных (кольцеобразное и полное) и два лунных (частное теневое и частное полутеневое) затмения. Оба солнечных и частное теневое лунное затмения не видны на территории СССР, за исключением небольших частных фаз солнечного затмения при восходе Солнца на Чукотском и Камчатском полуострове 13 октября 1977 г. Частное полутеневое лунное затмение 27 сентября 1977 г. будет видно лишь в крайних северо-восточных и восточных районах страны и не представляет интереса именно потому, что не будет полным. Поэтому о всех указанных затмениях приведены самые краткие сведения.

Солнечные затмения

Кольцеобразное солнечное затмение 18 апреля 1977 г.

Полоса кольцеобразной фазы начнется в $8^ч43^м,0$ по всемирному времени в южной акватории Атлантического океана с географической долготой $\lambda = 21^ч50^м50^с$ (32°18′ зап. долготы) и географической широтой $\varphi = -38°04'$ (южной широты), далее пройдет в северо-восточном направлении к западному побережью Африки, пересечет Намибию, Замбию и Танганьику, в районе Дар-эс-Салама покинет Африканский континент, повернет к востоку и в $12^ч18^м,5$ закончится в Индийском океане, в месте с $\lambda = 5^ч34^м22^с$ (83°36′ вост. долготы) и $\varphi = -8°17'$. Наибольшая центральная кольцеобразная фаза затмения $\Phi_m = 0{,}932$ наступит в $10^ч18^м,0$ в Замбии, в месте с $\lambda = 1^ч41^м18^с$ (25°20′ вост. долготы) и $\varphi - -13°39'$.

Частные фазы этого затмения будут видны в Африке, Антарктиде, Индии, Аравии, северо-восточных районах Южной Америки, в Атлантическом и Индийском океанах. Они начнутся в $7^ч22^м,7$ в Атлантическом океане ($\lambda = 22^ч51^м26^с = 17°08'$ зап. долготы и $\varphi = -29°30'$) и закончатся в $13^ч28^м,8$ в экваториальной зоне Индийского океана ($\lambda = 4^ч30^м46^с = 67°42'$ вост. долготы и $\varphi = +0°22'$).

Геоцентрическое соединение Луны с Солнцем по прямому восхождению произойдет 18 апреля в $10^ч18^м01^с$ по всемирному времени. Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$1^ч45^м01^с,3$	$1^ч45^м01^с,3$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,30$	$+118^с,14$
Склонение δ	$+10°51'26''$	$+10°28'59''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$+52'',3$	$+8'08'',1$
Угловой радиус r	$15'56''$	$14'50$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',76$	$54'28'',10$

Полное солнечное затмение 12 октября 1977 г.

Полоса полной фазы этого затмения почти вся пролегает по северо-восточной зоне Тихого океана. Лунная тень вступит на Землю в $18^ч48^м,4$ по всемирному времени в акватории с $\lambda = 11^ч22^м38^с$ (170°40′ вост. долготы) и $\varphi = +38°58'$, далее пойдет в юго-восточном направлении, затем повернет на восток к Южной Америке, вступит на западное побережье Колумбии, пересечет эту страну и в $22^ч04^м,9$ покинет Землю на территории Венесуэлы, в районе с $\lambda = 19^ч38^м14^с$ (65°26′ зап. долготы) и $\varphi - +5°57'$. Центральное затмение в полдень, с наибольшей фазой $\Phi_m = 1{,}006$, произойдет в океане, западнее Центральной Америки, в зоне с $\lambda = 15^ч32^м02^с$ (126°59′ зап. долготы) и $\varphi = +16°07'$.

Частные фазы затмения будут видны в Тихом океане, Северной Америке, на Чукотском и Камчатском полуостровах (при восходе Солнца) и в северо-западных районах Южной Америки (вблизи захода Солнца). Они начнутся в $17^ч47^м,6$ в зоне Тихого океана с $\lambda = 12^ч17^м06^с$ (175°43′ зап. долготы) и $\varphi = +30°52'$ и окончатся в $23^ч05^м,7$ на западном побережье Колумбии, в месте с $\lambda = 18^ч41^м34^с$ (79°36′ зап. долготы) и $\varphi = -2°11'$.

Геоцентрическое соединение Луны с Солнцем по прямому восхождению произойдет 12 октября, в $20^ч14^м28^с$ по всемирному времени. Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$13^ч11^м34^с,8$	$13^ч11^м34^с,8$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,25$	$+138^с,44$
Склонение δ	$-7°35'18''$	$-7°11'33''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$-56'',2$	$-10'29'',5$
Угловой радиус r	$16'02''$	$16'13''$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',81$	$59'29'',48$

Лунные затмения

Частное теневое лунное затмение 4 апреля 1977 г.

Геоцентрическое противостояние Луны и Солнца по прямому восхождению произойдет 4 апреля в $4^ч48^м02^с$ по всемирному времени. Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$0^ч52^м40^с,0$	$12^ч52^м40^с,0$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,12$	$+141^с,71$
Склонение δ	$+5°38'25''$	$-6°36'11''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$+57'',2$	$-11'09'',0$
Угловой радиус r	$15'59''$	$16'26''$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',79$	$60'20'',10$

Обстоятельства затмения

	T_0	P
Вступление Луны в полутень, апрель 4	$2^ч05^м,1$	$71°,4$
Начало частного теневого затмения	3 30,1	43,8
Момент наибольшей фазы	4 18,3	17,1
Конец частного теневого затмения	5 06,4	350,6
Выход Луны из полутени	6 31,5	323,0

Наибольшая фаза теневого затмения $\Phi_m = 0{,}199$. Угловой радиус земной тени $r_{\oplus} = 45'17'' = 45',3$; отношение $b = r_{\oplus}/r_{☾} = 2{,}754$. Наибольшая фаза полутеневого затмения $\theta_m = 1{,}191$. Угловой радиус земной полутени $R_{\oplus} = 77'54'' = 77',9$; отношение $b_1 = R_{\oplus}/r_{☾} = 4{,}738$. В моменты начала и окончания частного теневого затмения фаза полутеневого затмения $\theta = 0{,}992$. Луна будет находиться в созвездии Девы, вблизи звезд α и γ, и пройдет сквозь крайнюю южную зону земной тени.

Частное полутеневое лунное затмение 27 сентября 1977 г.

Геоцентрическое противостояние Луны и Солнца по прямому восхождению произойдет 27 сентября в $9^ч08^м22^с$ по всемирному времени. Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$12^ч15^м13^с,9$	$0^ч15^м13^с,9$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,01$	$+123^с,31$
Склонение δ	$-1°38'58''$	$+2°42'50''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$-58'',4$	$+10'07'',6$
Угловой радиус r	$15'58''$	$15'23''$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',77$	$56'28'',68$

Обстоятельства затмения

	T_0	P
Вступление Луны в полутень, сентябрь 27	$6^ч18^м,3$	$115°,1$
Момент наибольшей фазы	8 29,3	162,2
Выход Луны из полутени	10 40,2	209,3

Наибольшая фаза полутеневого затмения $\theta_m = 0{,}926$. Угловой радиус земной полутени $R_{⊕} = 4436'' = 73',9$; отношение $b_1 = R_{⊕}/r_{☾} = 4{,}805$. Луна будет находиться в созвездии Рыб и пройдет сквозь северную зону земной полутени.

ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ ЛУНОЙ

В Календаре на стр. 68—80 помещены эфемериды покрытий Луной звезд и планет, которые произойдут в 1977 г., для 22 городов Советского Союза. Эфемериды покрытий охватывают территорию СССР от западных границ до Дальнего Востока. В эфемеридах даны покрытия звезд, доступные для наблюдения с помощью малых астрономических инструментов типа школьных телескопов. Блеск звезд, указанных в таблицах, соответствует фазе Луны. В полнолуние даны только звезды 4,5 величины и ярче, а при малых фазах — 5—6-й величины. При благоприятных условиях наблюдений указывается покрытие и открытие звезды; в иных случаях только покрытие или только открытие. Из покрытий планет в 1977 г. будет наблюдаться покрытие Урана 14 января в европейской части СССР, 5 апреля в европейской части СССР и Сибири, 30 мая в Сибири и на Дальнем Востоке. Наблюдение Урана можно проводить в более сильные инструменты.

В эфемеридных таблицах приводятся: обозначение звезды или планеты, возраст Луны в днях, момент явления по всемирному времени, дифференциальные коэффициенты a и b, угол положения P. Коэффициенты a и b позволяют вычислить моменты явления для наблюдателей, находящихся вне указанных городов на расстоянии до 3° по широте и долготе.

Расчет производится по формуле

$$T' = T + a(\lambda' - \lambda) + b(\varphi' - \varphi),$$

где T' — искомый момент явления в пункте наблюдения, T — момент исходного эфемеридного пункта, λ' и φ' — географические координаты пункта наблюдения, λ и φ — географические координаты исходного эфемеридного пункта.

Для краевых и почти касательных покрытий коэффициенты a и b не даны, так как такие покрытия не интерполируются. Следует обратить внимание на то, что наблюдения почти касательных покрытий имеют важное значение для точного вычисления астрономической широты Луны.

В последней графе таблицы приводится угол положения P, указывающий, в какой точке лунного диска произойдет покрытие или открытие звезды или планеты. Угол P отсчитывается от северной точки лунного диска против хода часовой стрелки. При наблюдении в прибор с горизонтальной установкой удобнее пользоваться вместо угла P углом Z, отсчитываемым от верхней точки пересечения лунного диска с вертикалом, проходящим через центр лунного диска.

Угол Z отсчитывается, как и P, против хода часовой стрелки. При наблюдении в телескоп Z отсчитывается от нижней точки лунного диска также против хода часовой стрелки. По величине угла P и времени наблюдения можно вычислить соответствующий угол Z с помощью параллактического угла γ между вертикальным кругом и кругом склонения. Угол γ может быть найден с помощью номограммы, опубликованной в Астрономическом Календаре на 1952 г. (стр. 17). Определив γ, делаем переход по одной из формул:

$$Z = P + \gamma \quad \text{при} \quad t < 0,$$
$$Z = P - \gamma \quad \text{при} \quad t > 0,$$

где t — часовой угол.

Знать угол положения важно при наблюдении открытий, чтобы определить место появления звезды из-за диска Луны.

Подробная инструкция для наблюдений покрытий звезд Луной опубликована в Постоянной части Астрономического Календаря, изд. 6-е, гл. V, § 9 (стр. 445—451). Возможно также самостоятельное предвычисление покрытий, о чем см. там же, гл. I, § 22 (стр. 135—148).

ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ ЛУНОЙ ДЛЯ 22 ГОРОДОВ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		Москва							
			m	д		ч м	м	м	°
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 28,4	+0,9	+0,9	111
	14	Уран	5,7	24,0	покр.	3 7,3	...	...	24
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 14,3	...	...	13
	29	68 Тельца	4,2	28,7	покр.	18 5,0	+1,4	+0,2	73
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 6,2	+1,5	+0,2	63
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 18,9	+1,3	—0,8	115
	26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 22,6	...	...	170
	26	115 Тельца	5,3	6,9	откр.	16 39,5	...	...	195
Апр.	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 51,3	+1,4	+0,3	257
	21	δ Тельца	3,9	4,3	покр.	16 49,1	+0,9	+0,6	29
	21	64 Тельца	4,8	4,3	покр.	17 12,4	+0,4	—1,0	63
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 26,1	+0,9	—1,8	131
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 40,7	+1,1	+1,2	251
	22	68 Близнецов	5,1	5,7	покр.	18 24,4	+0,4	—1,2	63
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 15,7	+0,2	+1,5	276
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,1	откр.	23 4,5	+0,6	+1,1	289
	4	6 Льва	5,3	24,0	откр.	22 50,4	+0,3	+0,5	310
	22	o Рыб	4,5	12,4	покр.	18 2,3	+0,5	+2,9	16
Дек.	17	60 B Рыб	6,0	7,0	покр.	16 52,2	+1,0	+0,5	48
	27	68 Близнецов	5,1	16,5	откр.	3 30,5	+0,7	—0,9	235
	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	3 50,4	+0,4	—2,5	333
		Ленинград							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 28,5	+0,5	+1,5	97
	29	δ Тельца	3,9	28,7	покр.	16 28,7	+1,6	—1,4	136
	29	68 Тельца	4,2	28,7	покр.	17 57,9	+1,2	+1,0	59
Фев.	2	λ Близнецов	3,6	13,5	покр.	3 0,6	0,0	—1,1	55
	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	18 58,0	+1,4	+1,0	53
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 8,1	+1,2	—0,1	106
	28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 46,5	...	...	184
	28	51 Близнецов	5,3	9,0	откр.	18 57,2	...	...	201
	31	ϰ Рака	5,1	11,2	покр.	0 19,1	...	...	39
Апр.	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 43,9	+1,2	+0,6	257
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 20,6	+0,1	+1,4	288
Окт.	4	130 Тельца	5,5	20,7	откр.	2 59,0	+1,3	+0,4	256
Нояб.	4	6 Льва	5,3	24,0	откр.	22 49,9	+0,2	+0,2	326
	19	293 B Водолея	5,6	8,3	покр.	15 0,0	...	...	145
	19	293 B Водолея	5,6	8,3	откр.	15 16,0	...	...	171
Дек.	27	68 Близнецов	5,1	16,5	откр.	3 21,2	+0,8	—1,0	237
	28	α Рака	4,3	18,1	покр.	19 0,3	...	...	179
	28	α Рака	4,3	18,1	откр.	19 13,4	...	...	203
	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	3 37,0	+0,5	—2,3	334

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			Рига						
			m	д		ч м	м	м	°
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 21,1	+0,4	+1,4	99
	7	κ Рака	5,1	17,8	откр.	20 55,5	+0,8	+2,4	246
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 16,6	+0,2	—0,9	346
	29	δ Тельца	3,9	10,1	покр.	16 23,0	...	...	144
	29	68 Тельца	4,2	28,7	покр.	17 47,1	+1,3	+1,1	66
Фев.	2	λ Близнецов	3,6	13,5	покр.	3 3,7	+0,1	—1,2	64
	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	18 46,4	+1,5	+0,8	66
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 1,1	+1,2	—0,2	116
	10	ν Весов	5,3	20,0	откр.	3 41,1	+1,1	—0,9	294
	31	κ Рака	5,1	11,2	покр.	0 19,0	+0,5	—1,0	50
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 36,8	...	...	42
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 33,3	+1,4	+1,2	247
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 16,0	0,0	+1,3	287
Сент.	21	ρ Стрельца	4,0	8,4	покр.	19 56,6	+1,3	—1,6	118
Окт.	4	130 Тельца	5,5	20,7	откр.	2 48,4	+1,4	+1,1	247
Дек.	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	3 39,9	+0,7	—2,1	323
			Львов						
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 12,5	+0,6	+0,9	115
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 21,0	+0,7	—0,4	326
	29	68 Тельца	4,2	10,1	покр.	17 41,6	+1,8	+0,4	87
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	18 43,6	+1,8	—0,1	88
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 6,4	+1,5	—1,6	140
	10	ν Весов	5,3	20,0	откр.	3 47,6	+1,4	—0,9	287
	31	κ Рыб	5,1	11,2	покр.	0 26,1	+0,3	—1,0	64
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 17,1	+1,2	+1,8	76
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 21,2	...	...	227
Сент.	5	63 Тельца	5,7	21,2	откр.	1 37,7	+1,0	+2,5	227
	20	Y Стрельца	5,4	7,4	покр.	19 32,5	+0,7	—0,3	52
	21	ρ Стрельца	4,0	8,4	покр.	20 10,9	+2,0	—2,8	136
Нояб.	3	45 Рыб	5,7	22,0	откр.	22 51,3	+0,2	+1,3	277
	22	о Рыб	4,5	11,4	покр.	17 38,5	+0,3	+3,3	14
Дек.	15	θ Водолея	4,3	5,1	покр.	19 14,2	+0,4	—0,5	57
	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	3 54,2	+1,0	—2,0	309
			Киев						
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 17,8	+0,9	+0,7	120
	7	κ Рака	5,1	17,7	покр.	20 21,5	...	...	184
	7	κ Рака	5,1	17,7	откр.	20 35,6	...	...	208
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 24,7	+0,6	—0,9	336

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	18 54,8	+1,7	—0,2	84
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 14,9	+1,4	—1,5	135
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 27,2	+1,5	+2,1	67
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 35,7	+1,9	+1,3	240
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 25,5	+1,1	+1,6	243
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 28,2	+0,4	—1,3	78
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 7,1	0,0	+1,4	271
	21	ζ Весов	5,6	6,8	покр.	17 50,0	+1,2	—1,3	109
Сент.	5	63 Тельца	5,7	21,2	откр.	1 46,0	+1,1	+2,6	223
	21	ρ Стрельца	4,0	8,4	покр.	20 22,4	...	...	147
Окт.	4	130 Тельца	5,5	20,7	откр.	2 47,5	+1,8	+2,5	223
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,0	откр.	22 54,3	+0,4	+1,4	276
	22	о Рыб	4,5	11,4	покр.	17 43,3	+0,6	+2,9	22
Дек.	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	3 58,8	+0,8	—2,2	317
		Одесса							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 16,8	+1,2	—0,1	133
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 28,1	+0,9	—0,7	326
	29	68 Тельца	4,2	28,7	покр.	17 54,6	+2,0	—0,6	100
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	18 57,0	+1,8	—0,7	95
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 23,6	+1,4	—2,9	151
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 20,7	+1,4	+1,4	82
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 29,2	...	...	227
	21	64 Тельца	4,8	3,3	покр.	17 21,3	+0,4	—1,5	90
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 41,9	+0,6	—3,1	161
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 19,2	+1,3	+1,8	236
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 33,7	+0,4	—1,4	86
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 1,3	—0,1	+1,5	263
	21	ζ Весов	5,6	6,8	покр.	17 55,7	+1,3	—1,5	115
Сент.	5	63 Тельца	5,7	21,2	откр.	1 33,8	+0,9	+3,8	208
	20	γ Стрельца	5,4	7,4	покр.	19 39,2	+0,7	—0,6	65
	22	β Козерога	3,2	9,5	покр.	21 43,6	...	...	4
Окт.	4	130 Тельца	5,5	20,7	откр.	2 31,6	...	...	199
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,0	откр.	22 48,3	+0,4	+1,7	264
	22	о Рыб	4,5	11,4	покр.	17 32,6	+0,8	+2,6	33
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	18 5,1	...	...	342
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	19 1,8	...	...	201
Дек.	17	60 B Рыб	6,0	7,0	покр.	16 38,8	+1,6	+0,6	64
	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	4 7,6	+0,9	—2,1	309

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		Харьков							
			m	д		ч м	м	м	°
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 23,4	+1,1	+0,2	126
	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 28,4	+0,5	—1,4	343
	29	68 Тельца	4,2	28,7	покр.	18 3,3	+1,8	—0,4	90
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 4,6	+1,7	—0,4	81
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 23,8	+1,4	—1,7	133
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 36,0	+1,9	+2,3	62
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 46,0	+1,9	+0,8	246
	21	δ Тельца	3,9	3,3	покр.	16 48,2	+0,7	—0,4	52
	21	64 Тельца	4,8	3,3	покр.	17 18,4	+0,3	—1,2	78
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 36,6	+0,8	—2,3	144
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 31,7	+1,3	+1,4	244
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 30,9	+0,3	—1,2	74
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 6,6	+0,1	+1,6	266
	21	ζ Весов	5,6	6,8	покр.	17 57,3	+1,1	—1,5	111
Окт	31	115 Тельца	5,3	18,1	откр.	0 51,7	+1,8	—0,5	276
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,0	откр.	22 56,5	+0,6	+1,5	273
	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	22 45,8	+0,3	+0,9	293
	22	ο Рыб	4,5	11,4	покр.	17 46,2	+0,9	+2,5	31
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	19 14,3	—0,3	+3,9	215
Дек.	30	π Льва	4,9	19,5	откр.	4 3,8	+0,6	—2,4	321
		Тбилиси							
Янв.	14	Уран	5,7	24,0	откр.	3 47,9	+1,2	—1,5	330
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 29,7	+1,9	—2,3	119
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 25,9	+1,6	—1,3	100
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 55,6	…	…	161
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	18 39,8	+2,0	+0,9	84
	5	Уран	5,7	17,1	откр.	22 57,0	+2,6	+1,5	232
	21	δ Тельца	3,9	3,3	покр.	16 57,9	+0,4	—0,8	71
	21	64 Тельца	4,8	3,3	покр.	17 30,4	0,0	—1,4	98
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	19 3,9	+0,5	—3,0	156
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,5	покр.	22 28,5	+1,1	+0,5	116
	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 32,1	+1,7	+1,7	230
	8	β Козерога	3,2	20,6	покр.	23 56,5	…	…	358
	9	β Козерога	3,2	20,6	откр.	0 11,1	…	…	336
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 42,1	0,0	—1,2	85
Июнь	27	ν Весов	5,3	10,9	покр.	17 49,8	…	…	182
	27	ν Весов	5,3	10,9	откр.	18 9,8	…	…	211

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,0	откр.	20 29,5	+0,7	+2,4	216
	7	147 Рыб	5,8	21,1	откр.	22 19,0	+1,0	+0,3	304
Авг.	21	34 Весов	5,9	6,8	покр.	17 2,0	+1,5	—1,0	91
	21	ζ Весов	5,6	6,8	покр.	18 21,2	+1,1	+2,0	128
Сент.	1	ο Рыб	4,5	17,9	покр.	18 43,8	—0,2	+2,7	22
	1	ο Рыб	4,5	17,9	откр.	19 27,3	+0,8	+0,6	297
Окт.	31	115 Тельца	5,3	18,1	откр.	1 9,9	+2,2	+0,4	250
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,0	откр.	22 46,0	+0,7	+2,6	242
	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	22 38,7	+0,4	+1,5	265
	22	ο Рыб	4,5	11,4	покр.	17 40,4	+1,6	+1,6	59
		Саратов							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 36,1	+1,4	—0,3	130
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 18,5	+1,5	—0,6	85
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 19,4	+1,5	—0,4	69
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 35,0	+1,3	—1,5	122
Апр.	5	Уран	5,7	17,2	откр.	23 3,3	+1,6	0,0	257
	21	δ Тельца	3,9	3,3	покр.	16 54,3	+0,6	+0,1	37
	21	64 Тельца	4,8	3,3	покр.	17 19,0	+0,2	—1,0	67
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 41,1	+0,8	—2,0	131
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,5	покр.	22 37,5	+1,1	+1,0	98
	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 46,5	+1,4	+1,0	246
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 31,5	+0,2	—1,1	64
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,1	откр.	20 51,3	+0,8	+1,9	231
Авг.	10	115 Тельца	5,3	24,6	откр.	0 11,0	+0,3	+1,7	262
	21	34 Весов	5,9	6,8	покр.	16 54,3	+1,1	—0,9	76
Сент.	1	ο Рыб	4,5	17,9	покр.	19 15,1	...	...	354
	1	ο Рыб	4,5	17,9	откр.	19 30,8	...	...	326
Окт.	31	115 Тельца	5,3	18,1	откр.	1 6,5	+1,5	—1,2	283
Нояб.	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	22 50,9	+0,5	+0,8	295
	22	ο Рыб	4,5	11,4	покр.	17 59,2	+1,1	+1,9	38
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	18 13,8	...	...	345
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	19 18,7	...	...	211
Дек.	27	68 Близнецов	5,1	16,4	откр.	3 39,0	+0,5	—0,7	233
		Казань							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 40,1	+1,2	+0,3	118
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 20,5	+1,3	—0,3	72
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 22,9	+1,4	+0,1	53
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 33,2	+1,2	—1,1	109
	26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 26,6	...	...	155
	28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 59,8	...	...	169

Продолжение

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Апр.	5	Уран	5,7	17,2	откр.	23 6,6	+1,3	—0,3	264
	21	δ Тельца	3,9	3,3	покр.	17 1,4	...	...	9
	21	δ Тельца	3,9	3,3	откр.	17 11,7	...	...	349
	21	64 Тельца	4,8	3,3	покр.	17 15,5	+0,2	—0,8	54
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 35,0	+0,7	—1,8	122
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,5	покр.	22 44,8	+1,0	+1,0	93
	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	откр.	23 53,9	+1,2	+0,8	250
	22	68 Близнецов	5,1	4,7	покр.	18 27,5	+0,2	—1,0	53
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,1	откр.	21 1,3	+0,8	+1,7	235
Авг.	21	34 Весов	5,9	6,8	покр.	16 53,3	+0,9	—0,9	71
Окт.	31	115 Тельца	5,3	18,1	откр.	1 3,9	+1,2	—1,8	297
Нояб.	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	22 55,2	+0,5	+0,5	308
	22	о Рыб	4,5	11,5	покр.	18 10,4	+0,9	+2,0	29
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	19 35,1	+0,4	+3,1	229
Дек.	27	68 Близнецов	5,1	16,4	откр.	3 35,6	+0,3	—1,2	244
	30	π Льва	4,9	19,4	откр.	3 52,8	+0,1	—2,9	345
		Свердловск							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	16 55,3	+1,4	—0,3	121
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 34,0	+1,1	—0,6	66
	30	104 Тельца	5,0	10,9	покр.	13 18,2	+0,2	+3,8	27
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 40,6	...	...	34
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	18 45,9	+1,1	—1,2	99
	26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 28,1	+0,4	—3,1	140
	28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 55,5	0,0	—2,9	150
Апр.	5	Уран	5,7	17,2	откр.	23 20,1	+1,1	—0,8	270
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 40,8	+0,6	—1,8	112
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,5	покр.	22 58,8	+1,2	+0,6	92
Июнь	27	ν Весов	5,3	10,9	покр.	17 44,1	+1,1	—0,9	132
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,0	покр.	20 8,2	+0,8	+1,4	88
	4	θ Водолея	4,3	18,1	откр.	21 12,9	+0,9	+1,5	231
Авг.	22	χ Змееносца	4,8	7,7	покр.	15 44,3	+1,1	—0,3	60
Сент.	1	о Рыб	4,5	17,9	покр.	19 28,0	...	...	2
	1	о Рыб	4,5	17,9	откр.	19 54,2	...	...	317
Окт.	31	115 Тельца	5,3	18,1	откр.	1 14,2	+0,9	—2,4	305
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,1	откр.	23 24,9	+1,1	+0,5	291
	4	6 Льва	5,3	23,1	откр.	23 3,2	+0,7	+0,2	311
	18	ρ Водолея	5,4	7,2	покр.	12 20,0	+1,2	+0,9	99
	22	о Рыб	4,5	11,5	покр.	18 23,1	+1,0	+1,3	36
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	19 44,5	+0,7	+3,3	227
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	19 58,4	...	...	355

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		Душанбе							
			m	д		ч м	м	м	°
Янв.	7	α Рака	4,3	17,5	откр.	15 51,1	+0,5	—0,4	318
	26	54 Овна	5,9	6,9	покр.	13 28,0	+1,6	+2,2	37
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	19 7,7	+0,7	—2,3	117
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 57,6	+0,8	—1,0	82
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 28,2	+0,7	—2,5	136
Апр.	2	υ Льва	4,5	14,0	покр.	19 47,7	...	...	36
	2	υ Льва	4,5	14,0	откр.	20 0,2	...	...	17
	5	Уран	5,7	17,2	откр.	23 43,2	+1,4	—0,2	242
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	19 20,5	+0,2	—2,2	135
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	покр.	23 10,4	+2,3	—0,9	123
	24	ϰ Рака	5,1	6,6	покр.	16 19,1	+0,4	—2,4	138
	30	Уран	5,7	12,5	покр.	15 33,5	+0,8	—1,4	153
Июнь	27	ν Весов	5,3	11,0	покр.	18 28,5	...	...	167
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,0	покр.	20 0,8	+1,9	—0,2	124
	4	θ Водолея	4,3	18,0	откр.	20 43,5	+0,8	+3,3	192
	7	147 Рыб	5,8	21,1	откр.	22 50,9	+1,8	+1,2	266
Авг.	21	32 Весов	5,9	6,8	покр.	16 35,9	+1,4	—3,2	152
	22	χ Змееносца	4,8	7,8	покр.	16 5,5	+1,6	—0,9	90
Сент.	1	ο Рыб	4,5	17,9	покр.	18 40,7	+0,7	+2,1	52
	1	ο Рыб	4,5	17,9	откр.	19 53,3	+1,5	+1,4	260
Окт.	5	λ Близнецов	3,6	22,4	покр.	20 11,7	+0,1	+1,5	82
	5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	21 17,2	+0,8	+0,9	281
	7	α Рака	4,3	24,5	откр.	21 33,6	+0,1	+1,1	273
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,1	откр.	23 7,6	...	...	225
	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	22 54,3	+1,5	+2,2	251
	22	ο Рыб	4,5	11,5	покр.	18 31,1	+2,3	—1,2	99
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	18 42,3	+1,5	+1,0	273
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 4,1	+0,7	+0,9	281
		Ташкент							
Янв.	7	α Рака	4,3	17,5	откр.	15 49,6	+0,6	—1,0	330
	26	54 Овна	5,9	6,9	покр.	13 35,5	+1,4	+2,7	27
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	19 2,4	+0,8	—1,9	107
Фев.	28	26 Близнецов	5,1	10,6	покр.	19 55,4	+0,9	—0,9	74
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 22,0	+0,8	—2,3	128
	27	124 HI Ориона	5,7	8,0	покр.	14 42,6	+1,4	—3,4	143
Апр.	5	Уран	5,7	17,2	откр.	23 43,0	+1,3	—0,5	248
	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	19 14,8	+0,2	—2,1	129
Май	7	ρ Стрельца	4,0	19,6	покр.	23 9,8	+2,1	—0,5	117
	24	ϰ Рака	5,1	6,6	покр.	16 13,0	+0,5	—2,2	132
	30	Уран	5,7	12,5	покр.	15 31,0	+0,9	—0,8	144
Июнь	27	ν Весов	5,3	11,0	покр.	18 20,5	+1,5	—2,7	156

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,0	покр.	20 1,9	+1,7	+0,3	116
	4	θ Водолея	4,3	18,0	откр.	20 52,3	+1,0	+2,7	199
Авг.	21	32 Весов	5,9	6,8	покр.	16 28,8	+1,3	—2,6	144
	22	χ Змееносца	4,8	7,8	покр.	16 4,0	+1,5	—0,8	85
Сент.	1	о Рыб	4,5	17,9	покр.	18 47,2	+0,6	+2,3	47
	1	о Рыб	4,5	17,9	откр.	19 57,7	+1,6	+1,2	266
Окт.	5	λ Близнецов	3,6	22,4	покр.	20 16,3	+0,1	+1,8	74
	5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	21 19,9	+0,9	+0,7	290
	7	α Рака	4,3	24,5	откр.	21 36,5	+0,2	+1,0	282
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,1	откр.	23 18,7	+2,1	+2,7	240
	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	23 0,2	+1,4	+1,6	262
	22	о Рыб	4,5	11,5	покр.	18 29,7	+2,0	—0,7	89
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	18 45,5	+1,5	+0,7	281
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 6,7	+0,7	+0,7	290
		Новосибирск							
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	17 29,9	+1,4	—2,0	132
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 54,4	+0,6	—0,8	59
	30	104 Тельца	5,0	10,9	покр.	13 28,8	+1,1	+2,2	51
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 09,2	+0,7	—1,4	85
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	12 45,6	+0,6	—0,6	150
	26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 38,1	0,0	—2,4	127
	27	124 HI Ориона	5,7	7,8	покр.	14 35,2	+1,2	—1,1	90
	28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 58,5	—0,2	—2,2	135
Апр.	27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 52,3	+0,2	—1,7	101
Май	24	ϰ Рака	5,1	6,6	покр.	15 53,4	+0,4	—1,7	99
Июль	4	θ Водолея	4,3	18,0	покр.	20 31,3	+1,5	+0,5	102
Сент.	1	о Рыб	4,5	17,9	покр.	19 28,4	+0,7	+2,3	33
	1	о Рыб	4,5	17,9	откр.	20 30,8	+1,6	+0,2	282
Окт.	5	51 Близнецов	5,3	22,4	откр.	18 57,9	...	...	200
	5	λ Близнецов	3,6	22,4	покр.	20 55,3	+0,3	+3,9	37
	5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	21 33,9	+1,2	—1,4	332
	7	α Рака	4,3	24,5	покр.	21 0,7	+0,1	+2,5	63
	7	α Рака	4,3	24,5	откр.	21 50,3	+0,6	0,0	320
Нояб.	3	45 Рака	5,7	22,1	откр.	23 52,9	+1,4	—0,6	294
	4	6 Льва	5,3	23,0	откр.	23 24,5	+1,1	—0,6	312
	18	θ Водолея	4,3	7,1	покр.	10 57,8	+0,9	+1,7	37
	18	ρ Водолея	5,4	7,2	покр.	12 54,7	+2,0	—1,0	122
	22	о Рыб	4,5	11,5	покр.	18 44,9	+1,0	—0,1	53
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	19 2,1	+1,5	—2,0	326
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	20 0,9	...	...	214
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 14,0	+0,7	—1,7	343

Дата 1977	Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	*T*	*a*	*b*	*P*
		Томск						
		m	д		ч м	м	м	°
Янв. 3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	17 30,0	+1,3	—1,7	126
29	δ Тельца	3,9	10,1	покр.	17 44,6	...	...	155
29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 54,6	+0,6	—0,7	54
30	104 Тельца	5,0	10,9	покр.	13 34,4	+1,1	+2,3	47
Март 1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 8,7	+0,7	—1,4	81
3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	12 46,4	+0,6	—0,2	144
26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 34,8	+0,1	—2,3	123
27	124 HI Ориона	5,7	7,8	покр.	14 36,0	+1,1	—1,0	85
28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 55,1	—0,2	—2,1	131
Апр. 27	ω Льва	5,5	9,4	покр.	18 50,1	+0,1	+1,7	99
Май 24	ϰ Рака	5,1	6,5	покр.	15 51,8	+0,4	—1,7	96
Июль 4	θ Водолея	4,3	18,0	покр.	20 34,9	+1,4	+0,4	101
Сент. 1	o Рыб	4,5	17,9	покр.	19 33,1	+0,7	+2,2	32
1	o Рыб	4,5	17,9	откр.	20 34,2	+1,6	0,0	284
8	68 Близнецов	5,1	24,9	откр.	20 30,1	0,0	+1,2	287
Окт. 5	51 Близнецов	5,1	22,4	откр.	19 3,3	...	...	206
5	λ Близнецов	3,6	22,5	покр.	21 2,0	...	...	31
5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	21 33,8	...	...	339
7	α Рака	4,3	24,5	покр.	21 4,7	+0,1	+2,7	59
7	α Рака	4,3	24,5	откр.	21 51,4	+0,6	—0,2	325
Нояб. 4	6 Льва	5,3	23,1	откр	23 25,7	+1,0	—0,8	318
18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	11 1,9	+0,9	+1,6	37
28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	19 1,8	...	...	333
29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	20 9,8	+1,5	+3,3	223
Дек. 2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 12,2	...	...	352
		Енисейск						
Янв. 3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	17 35,7	+1,2	—1,6	118
29	δ Тельца	3,9	10,2	покр.	17 38,1	+0,2	—3,3	139
29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	18 57,4	+0,5	—0,5	43
30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	13 47,1	+1,2	+2,3	42
Март 1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 10,6	+0,6	—1,3	72
3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	12 51,0	+0,7	0,0	137
26	115 Тельца	5,3	6,9	покр.	16 30,7	0,0	—2,1	114
27	124 HI Ориона	5,7	7,8	покр.	14 41,5	+1,0	—1,0	76
28	51 Близнецов	5,3	9,0	покр.	18 49,8	—0,2	—1,9	124
Май 24	ϰ Рака	5,1	6,5	покр.	15 50,9	+0,3	—1,7	89
30	Уран	5,7	12,5	покр.	15 55,6	+1,2	—0,1	92
Сент. 1	o Рыб	4,5	17,9	покр.	19 42,4	+0,8	+1,9	35
1	o Рыб	4,5	17,9	откр.	20 45,1	+1,5	—0,3	283
8	68 Близнецов	5,1	24,9	откр.	20 33,4	+0,2	+1,3	287
Окт. 5	51 Близнецов	5,3	22,4	откр.	19 8,9	...	...	208
5	λ Близнецов	3,6	22,5	покр.	21 15,1	...	...	23
5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	21 37,4	...	...	348

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Окт.	7	α Рака	4,3	24,5	покр.	21 11,9	+0,3	+3,0	54
	7	α Рака	4,3	24,5	откр.	21 55,4	+0,7	—0,6	332
Нояб.	4	6 Льва	5,3	23,1	откр.	23 30,5	+0,9	—1,4	328
	18	θ Водолея	4,3	7,5	покр.	11 11,1	+0,9	+1,2	39
	18	ρ Водолея	5,4	7,2	покр.	13 8,5	+1,9	—1,7	126
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	19 4,4	...	...	346
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	20 25,9	—1,5	+1,8	234
Дек.	28	α Рака	4,3	18,1	покр.	19 49,6	...	...	182
	28	α Рака	4,3	18,1	откр.	20 10,3	...	...	213
					Иркутск				
Янв.	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	18 2,1	+0,9	—2,7	132
	29	δ Тельца	3,9	10,2	покр.	18 0,2	—0,5	—4,3	153
	29	68 Тельца	4,2	10,2	покр.	19 5,5	+0,2	—0,6	50
	30	104 Тельца	5,0	10,9	покр.	13 55,2	+1,6	+0,8	66
Фев.	10	ν Весов	5,3	22,3	откр.	21 7,1	+0,9	0,0	311
Март	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 24,1	+0,3	—1,2	73
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	13 6,3	+0,9	—1,9	159
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,8	откр.	15 42,7	+0,7	+0,2	310
Май	30	Уран	5,7	12,6	покр.	16 13,5	+1,3	—0,7	93
Авг.	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	12 56,0	+1,4	+0,7	77
Сент.	1	о Рыб	4,5	17,9	покр.	19 45,8	+1,4	+1,1	60
	1	о Рыб	4,5	17,9	откр.	21 4,9	+1,5	—0,1	257
	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17 46,0	—0,1	+1,8	253
	8	68 Близнецов	5,1	24,9	откр.	20 27,4	+0,3	+1,7	266
Окт.	5	λ Близнецов	3,6	22,5	покр.	21 3,0	+1,2	+2,5	59
	5	λ Близнецов	3,6	22,5	откр.	22 6,3	+1,5	—1,3	315
	7	α Рака	4,3	24,5	покр.	21 3,1	+0,7	+1,9	78
	7	α Рака	4,3	24,5	откр.	22 8,0	+1,1	—0,1	309
Нояб.	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	11 18,0	+1,3	+0,7	57
	22	о Рыб	4,5	11,5	покр.	19 3,3	+0,6	—0,8	65
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	19 39,5	+1,4	—2,4	317
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	20 32,5	...	...	211
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 35,5	+0,8	—2,4	343
					Чита				
Янв.	2	68 Тельца	4,2	12,3	покр.	8 51,6	+0,3	+1,6	88
	29	δ Тельца	3,9	10,1	покр.	17 57,2	—0,4	—3,1	143
	30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	14 10,0	+1,6	+0,3	65
Фев.	10	ν Весов	5,3	22,3	откр.	21 16,1	+1,0	—0,5	319
Март	1	λ Близнецов	3,6	11,2	покр.	10 27,0	+1,2	+0,9	100
	1	68 Близнецов	5,1	11,6	покр.	19 26,3	+0,1	—1,1	66
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	13 15,4	+1,0	—1,8	154
	27	124 HI Ориона	5,7	7,8	покр.	15 5,7	+0,5	—1,2	75
	28	41 HI Близнецов	6,0	8,7	покр.	13 31,6	+0,8	—2,5	135

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,8	откр.	15 49,1	+0,7	—0,2	319
Май	30	Уран	5,7	12,6	покр.	16 25,4	+1,2	—0,9	90
Авг.	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	13 8,8	+1,4	+0,3	79
Сент.	1	o Рыб	4,5	17,9	покр.	19 58,6	+1,5	+0,4	68
	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17 45,1	0,0	+2,0	246
	8	68 Близнецов	5,1	24,9	откр.	20 30,9	+0,5	+1,8	261
Окт.	5	λ Близнецов	3,6	22,5	покр.	21 14,9	+1,5	+2,2	60
	7	α Рака	4,3	24,5	покр.	21 10,7	+1,0	+1,8	79
Нояб.	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	11 29,9	+1,3	+0,2	66
	22	o Рыб	4,5	11,5	покр.	19 7,8	+0,4	—0,8	64
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	19 51,8	+1,1	—2,9	322
	29	68 Близнецов	5,1	18,5	откр.	20 54,7	...	...	224
Дек.	2	π Льва	4,9	21,5	откр.	20 42,4	...	...	353
	16	252 B Водолея	5,9	5,8	покр.	12 35,5	+1,1	—1,4	94
	28	α Рака	4,3	18,1	покр.	20 23,3	...	...	182
	28	α Рака	4,3	18,1	откр.	20 47,6	...	...	218
		Благовещенск							
Янв.	2	68 Тельца	4,2	12,3	покр.	8 56,1	+0,8	+1,2	103
	3	119 Тельца	4,7	13,6	покр.	18 21,8	+0,4	—2,3	120
	30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	14 31,4	+1,4	—0,3	65
Фев.	10	ν Весов	5,3	22,3	откр.	21 32,9	+1,2	—1,3	328
	27	119 Тельца	4,7	9,2	покр.	9 43,7	+1,6	+2,1	53
	27	120 Тельца	5,5	9,2	покр.	10 31,0	+1,8	+0,9	68
Март	1	λ Близнецов	3,6	11,2	покр.	10 45,2	+1,5	+0,1	106
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	13 33,3	+1,1	—2,0	148
	27	124 HI Ориона	5,7	7,8	покр.	15 13,1	+0,2	—1,0	66
	28	41 HI Близнецов	6,0	8,7	покр.	13 44,9	+0,5	—2,3	127
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,9	откр.	16 1,1	+0,8	—0,9	330
	25	68 Близнецов	5,1	7,1	покр.	11 53,2	+1,3	—0,9	74
Май	30	λ Девы	4,6	12,4	покр.	12 48,9	+1,9	+0,9	64
	30	Уран	5,7	12,6	покр.	16 42,0	+0,9	—1,3	91
Авг.	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	13 29,5	+1,5	—0,4	88
Сент.	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17 42,6	+0,2	+2,6	230
Окт.	3	115 Тельца	5,3	20,3	откр.	16 1,8	+1,3	—0,2	317
Нояб.	14	Y Стрельца	5,4	3,1	покр.	9 4,4	+0,2	+0,9	22
	15	ρ Стрельца	4,0	4,0	покр.	7 52,5	+1,5	—0,3	90
	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	11 49,6	+1,4	—0,8	84
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	20 10,1	+0,6	—3,4	328
	29	68 Близнецов	5,1	18,6	откр.	21 21,1	+1,7	0,0	236
Дек.	2	π Льва	4,9	21,6	покр.	20 41,0	...	...	28
	2	π Льва	4,9	21,6	откр.	20 47,0	...	...	19
	28	α Рака	4,3	18,2	покр.	20 31,3	+0,3	—3,4	163
	28	α Рака	4,3	18,2	откр.	21 16,3	+1,5	—0,4	238

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		Владивосток							
			m	д		ч м	м	м	°
Янв.	2	68 Тельца	4,2	12,2	покр.	8 56,3	+1,5	—0,2	129
	3	119 Тельца	4,7	13,7	покр.	18 40,1	0,0	—2,7	136
	7	α Рака	4,3	17,6	покр.	16 26,5	...	...	34
	7	α Рака	4,3	17,6	откр.	16 44,5	...	...	9
	30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	14 42,2	+1,3	—1,0	84
Фев.	1	26 Близнецов	5,1	12,7	покр.	8 43,6	+1,2	—0,9	142
	27	119 Тельца	4,7	9,2	покр.	9 41,5	+2,1	+0,8	79
	27	120 Тельца	5,5	9,2	покр.	10 37,0	+2,1	—0,3	92
Март	1	λ Близнецов	3,6	11,2	покр.	10 56,8	+1,8	—1,4	129
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	13 58,0	...	...	172
	25	64 Тельца	4,8	5,6	покр.	10 8,6	+1,2	—2,8	125
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,9	откр.	16 12,7	+1,3	—1,0	319
	25	68 Близнецов	5,1	7,1	покр.	12 6,1	+1,1	—1,2	87
Май	22	λ Близнецов	3,6	4,4	покр.	11 9,8	+0,8	—0,8	67
	30	λ Девы	4,6	12,4	покр.	12 52,8	+2,1	+0,5	76
	30	Уран	5,7	12,6	покр.	16 55,5	+0,9	—1,4	103
Июль	25	ζ Весов	5,6	9,1	покр.	11 57,8	+1,8	—0,2	71
Авг.	8	63 Тельца	5,7	23,3	покр.	16 34,0	...	...	163
	8	63 Тельца	5,7	23,3	откр.	16 39,6	...	...	173
	24	Y Стрельца	5,4	9,7	покр.	14 5,6	+0,4	+1,0	27
	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	13 41,7	+1,9	—1,0	105
Сент.	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17 18,0	...	...	197
Окт.	3	115 Тельца	5,3	20,3	откр.	16 4,7	+1,2	+0,7	288
Нояб.	14	Y Стрельца	5,4	3,1	покр.	9 4,3	+0,7	0,0	48
	15	ρ Стрельца	4,0	4,0	покр.	8 4,2	+1,9	—0,9	106
	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	12 6,1	+2,0	—2,1	112
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	20 34,3	+0,8	—2,6	309
	29	68 Близнецов	5,1	18,6	покр.	21 4,7	...	...	183
	29	68 Близнецов	5,1	18,6	откр.	21 22,0	...	...	209
Дек.	2	π Льва	4,9	21,6	откр.	21 24,6	+0,7	—3,5	345
	28	α Рака	4,3	18,2	покр.	21 1,4	...	...	185
	28	α Рака	4,3	18,2	откр.	21 21,5	...	...	217
		Хабаровск							
Янв.	2	68 Тельца	4,2	12,3	покр.	9 2,0	+1,2	+0,6	116
	30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	14 42,2	+1,2	—0,5	66
Фев.	1	26 Близнецов	5,1	12,7	покр.	8 46,0	+0,9	+0,3	125
	27	119 Тельца	4,7	9,2	покр.	9 53,6	+1,8	+1,4	61
	27	120 Тельца	5,5	9,2	покр.	10 43,6	+1,9	+0,3	74
Март	1	λ Близнецов	3,6	11,2	покр.	10 57,8	+1,7	—0,4	110
	3	ϰ Рака	5,1	13,3	покр.	13 45,1	+1,1	—2,1	146
	25	64 Тельца	4,8	5,6	покр.	10 0,3	+1,2	—1,8	105

Дата 1977		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,9	откр.	16	9,8	+0,9	—1,4	335
	25	68 Близнецов	5,1	7,1	покр.	12	3,8	+1,1	—0,9	70
Май	22	λ Близнецов	3,6	4,4	покр.	11	9,8	+1,0	—0,2	47
	30	λ Девы	4,6	12,4	покр.	13	2,6	+2,1	+0,7	59
Июль	25	ζ Весов	5,6	9,1	покр.	12	1,9	+1,5	—0,2	61
Авг.	24	Y Стрельца	5,4	9,7	покр.	14	14,0	...	...	9
	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	13	42,1	+1,5	—0,9	97
Сент.	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17	38,9	+0,2	+3,3	217
Окт.	3	115 Тельца	5,3	20,3	откр.	16	11,5	+1,3	+0,3	302
Нояб.	15	ρ Стрельца	4,0	4,0	покр.	8	5,2	+1,6	—0,8	98
	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	12	2,0	+1,4	—1,4	97
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	20	20,0	+0,3	—3,6	331
	29	λ Близнецов	3,6	18,2	откр.	11	48,9	+0,1	+1,3	276
Дек.	28	α Рака	4,3	18,1	покр.	20	39,2	+0,3	—3,1	157
	28	α Рака	4,3	18,1	откр.	21	27,3	+1,1	—0,8	243
		Комсомольск-на-Амуре								
Янв.	2	68 Тельца	4,2	12,3	покр.	9	5,8	+1,2	+0,7	112
	30	104 Тельца	5,0	11,0	покр.	14	43,8	+1,2	—0,3	58
Фев.	1	26 Близнецов	5,1	12,7	покр.	8	48,7	+0,9	+0,5	120
	2	68 Близнецов	5,1	13,7	покр.	8	27,4	...	...	175
	2	68 Близнецов	5,1	13,7	откр.	8	38,8	...	...	196
	27	119 Тельца	4,7	9,2	покр.	10	0,2	+1,8	+1,7	53
	27	120 Тельца	5,5	9,2	покр.	10	48,0	+1,8	+0,5	66
Март	1	λ Близнецов	3,6	11,3	покр.	11	0,3	+1,6	—0,2	103
	3	κ Рака	5,1	13,3	покр.	13	43,3	+1,1	—1,8	138
	25	δ Тельца	3,9	5,6	покр.	9	16,5	+1,4	—0,4	71
	25	64 Тельца	4,8	5,6	покр.	9	59,0	+1,1	—1,6	98
Апр.	5	λ Девы	4,6	16,9	откр.	16	8,3	+0,7	—1,6	343
	25	68 Близнецов	5,1	7,1	покр.	12	4,1	+1,1	—0,8	63
Май	22	λ Близнецов	3,6	4,4	покр.	11	12,1	...	...	36
	30	λ Девы	4,6	12,4	покр.	13	8,1	+2,0	+0,8	52
Июль	25	ζ Весов	5,6	9,1	покр.	12	4,2	+1,3	—0,2	57
Авг.	25	ρ Стрельца	4,0	10,6	покр.	13	43,1	+1,4	—0,9	95
Сент.	6	130 Тельца	5,5	22,8	откр.	17	45,9	+0,3	+3,0	222
Окт.	3	115 Тельца	5,3	20,2	откр.	16	14,5	+1,4	0,0	307
Нояб.	15	ρ Стрельца	4,0	4,0	покр.	8	6,4	+1,4	—0,8	96
	18	θ Водолея	4,3	7,2	покр.	12	1,7	+1,2	—1,3	93
	28	26 Близнецов	5,1	17,5	откр.	20	12,2	...	...	342
	29	λ Близнецов	3,6	18,2	откр.	11	51,8	+0,1	+1,3	280
Дек.	1	α Рака	4,3	20,2	откр.	13	22,8	0,0	+2,1	250
	28	α Рака	4,3	18,1	покр.	20	33,9	+0,4	—2,7	150
	28	α Рака	4,3	18,1	откр.	21	27,3	+0,9	—1,1	250

ФИЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ СОЛНЦА, ЛУНЫ, МАРСА, ЮПИТЕРА И САТУРНА

Таблица физических координат Солнца содержит значения видимого углового радиуса r Солнца, позиционного угла P проекции солнечной оси, гелиографической широты B_0 центра солнечного диска и долготы L_0 центрального меридиана (т. е. меридиана, проходящего через центр диска) от начального меридиана Кэррингтона.

Угловой радиус r солнечного диска имеет наибольшую величину 16′17″,5 при прохождении Землей перигелия (3 января) и наименьшую величину 15′45″,4 при прохождении Землей афелия своей орбиты (5 июля). Горизонтальный экваториальный параллакс Солнца меняется соответственно от 8″,944 до 8″,649.

Позиционный угол P отсчитывается от северной точки солнечного диска и считается положительным к востоку и отрицательным к западу. Гелиографическая широта центра солнечного диска B_0 положительна, когда северный полюс Солнца обращен к Земле, и отрицательна, если северный полюс Солнца с Земли не виден.

Долгота L_0 отсчитывается к западу, т. е. в направлении видимого вращения Солнца. За сутки L_0 уменьшается на 13°,2.

В таблице физических координат Луны приведены значения λ_0 и β_0 — селенографической долготы и широты центра диска Луны (для наблюдателя, находящегося в центре Земли), называемых также оптической либрацией по долготе и широте; λ_0 считается положительной к востоку и отрицательной к западу. Угол P имеет тот же смысл, что и для Солнца, но отсчитывается только в одну сторону, к востоку, от 0° до 360°, и поэтому считается всегда положительным. Значения P, близкие к 360°, аналогичны отрицательным значениям P для Солнца. Величина ψ, называемая позиционным углом лунного терминатора, представляет собой позиционный угол северного рога лунного серпа, отсчитываемый от северной точки лунного диска против часовой стрелки. Этим же углом определяется положение диаметра лунного диска, проходящего через концы обоих рогов лунного серпа. Таблица содержит поверхностную лунную фазу Φ_0, выраженную в долях площади лунного диска.

В таблицах физических координат Марса, Юпитера и Сатурна величины P и B_0 имеют тот же смысл, что и для Солнца, но угол P отсчитывается от северной точки диска только в одну сторону против часовой стрелки (к востоку), от 0° до 360°. Долгота центрального меридиана L_0 от начального меридиана планет отсчитывается на их дисках в восточном направлении.

Для Юпитера дается долгота центрального меридиана в двух системах: L_I — в I системе (для экваториальной зоны) и L_{II} — во II системе (для более высоких широт). Так как значения L_0 даны для Марса через четверо суток, а для Юпитера — через восемь суток, то вычисление долготы центрального меридиана обеих планет на промежуточные даты осуществляется по таблице приращения долготы (стр. 88).

Кроме того, для Марса даются моменты T_0 (по всемирному времени) верхней кульминации Земли на начальном меридиане Марса, или, что почти одно и то же, моменты прохождения нулевого меридиана планеты через центр ее видимого диска.

В таблице Сатурна приведены видимые размеры большой оси (a) и малой оси (b) внешнего кольца планеты и его раскрытие (b/a).

СОЛНЦЕ

Дата	$0^ч$ всемирного времени			
	r	P	B_0	L_0
Январь	′ ″	°	°	°
1	16 18	+2,1	−3,1	357,9
6	16 18	−0,4	3,6	292,0
11	16 17	2,8	4,2	226,2
16	16 17	5,1	4,7	160,4
21	16 17	7,4	5,2	94,5
26	16 16	9,6	5,6	28,7
31	16 16	11,8	6,0	322,9
Февраль				
5	16 15	13,8	6,3	257,0
10	16 14	15,7	6,6	191,2
15	16 13	17,4	6,8	125,4
20	16 12	19,0	7,0	59,5
25	16 11	20,5	7,2	353,7
Март				
2	16 10	21,8	7,2	287,8
7	16 09	23,0	7,2	221,9
12	16 07	23,9	7,2	156,0
17	16 06	24,8	7,1	90,1
22	16 05	25,4	7,0	24,2
27	16 03	25,9	6,8	318,3
Апрель				
1	16 02	26,2	6,5	252,3
6	16 00	26,3	6,2	186,4
11	15 59	26,3	5,9	120,4
16	15 58	26,0	5,5	54,4
21	15 56	25,6	5,1	348,3
26	15 55	25,0	4,6	282,3
Май				
1	15 54	24,2	4,1	216,2
6	15 53	23,2	3,6	150,1
11	15 52	22,1	3,1	84,0
16	15 51	20,8	2,5	17,9
21	15 50	19,3	2,0	311,7
26	15 49	17,6	1,4	245,6
31	15 48	15,9	0,8	179,4
Июнь				
5	15 47	14,0	−0,2	113,2
10	15 47	12,0	+0,4	47,1
15	15 46	9,9	1,0	340,9
20	15 46	7,7	1,6	274,7
25	15 46	5,5	2,2	208,5
30	15 45	−3,2	+2,8	142,3

Дата	$0^ч$ всемирного времени			
	r	P	B_0	L_0
Июль	′ ″	°	°	°
5	15 45	−0,9	+3,3	76,2
10	15 45	+1,3	3,8	10,0
15	15 46	3,6	4,4	303,8
20	15 46	5,8	4,8	237,7
25	15 46	7,9	5,2	171,5
30	15 47	10,0	5,6	105,4
Август				
4	15 47	12,0	6,0	39,2
9	15 48	13,9	6,3	333,1
14	15 49	15,6	6,6	267,0
19	15 50	17,3	6,8	200,9
24	15 51	18,9	7,0	134,9
29	15 52	20,3	7,1	68,8
Сентябрь				
3	15 53	21,6	7,2	2,8
8	15 54	22,7	7,2	296,7
13	15 55	23,7	7,2	230,7
18	15 57	24,6	7,1	164,7
23	15 58	25,2	7,0	98,7
28	15 59	25,8	6,8	32,7
Октябрь				
3	16 01	26,1	6,6	326,7
8	16 02	26,3	6,3	260,8
13	16 03	26,3	6,0	194,8
18	16 05	26,1	5,6	128,8
23	16 06	25,7	5,2	62,9
28	16 07	25,2	4,8	357,0
Ноябрь				
2	16 09	24,4	4,2	291,0
7	16 10	23,4	3,7	225,1
12	16 11	22,2	3,2	159,2
17	16 12	20,9	2,6	93,3
22	16 13	19,4	2,0	27,4
27	16 14	17,6	1,4	321,4
Декабрь				
2	16 15	15,8	0,7	255,6
7	16 16	13,8	+0,1	189,7
12	16 16	11,6	−0,6	123,8
17	16 17	9,3	1,2	57,9
22	16 17	7,0	1,8	352,0
27	16 17	4,6	2,4	286,2
32	16 17	+2,2	−3,0	220,3

ЛУНА

Дата	$0^ч$ всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ_0
Январь	°	°	°	°	
1	+0,2	+2,2	343,2	343,3	0,82
3	—2,3	4,5	352,3	347,0	0,94
5	4,1	6,1	3,1	325,3	1,00
7	5,0	6,6	13,4	28,7	0,98
9	5,0	5,7	21,2	25,2	0,87
11	4,4	3,5	24,7	24,6	0,70
13	3,2	+0,5	23,0	21,5	0,48
15	—1,3	—2,6	15,8	15,5	0,26
17	+1,2	5,2	4,2	9,1	0,09
19	3,8	6,5	351,6	23,6	0,01
21	5,5	6,1	341,7	328,2	0,03
23	5,8	4,4	336,2	333,6	0,13
25	4,4	—2,0	335,4	336,2	0,30
27	+2,0	+0,8	338,9	340,4	0,48
29	—0,8	3,3	346,0	346,4	0,67
31	3,2	5,4	355,8	353,1	0,83
Февраль					
2	4,7	6,5	6,7	357,0	0,95
4	4,9	6,3	16,5	308,9	1,00
6	4,2	4,8	23,0	30,6	0,96
8	2,9	+2,2	24,7	24,7	0,83
10	—1,3	—1,0	20,8	19,1	0,63
12	+0,5	4,0	11,8	11,2	0,41
14	2,4	6,0	359,7	2,6	0,20
16	4,0	6,6	348,0	357,9	0,06
18	5,0	5,6	339,4	46,9	0,00
20	4,7	3,6	335,4	330,1	0,04
22	3,2	—0,8	336,1	337,0	0,15
24	+0,8	+1,9	340,8	343,0	0,31
26	—2,0	4,3	349,0	350,3	0,49
28	4,3	6,0	359,3	358,2	0,68
Март					
2	5,7	6,7	10,0	5,2	0,84
4	5,6	6,0	19,0	7,1	0,96
6	4,2	4,0	24,2	62,4	1,00
8	—2,0	+0,9	24,0	23,6	0,93
10	+0,4	—2,4	17,9	15,2	0,77
12	2,5	5,2	7,2	5,8	0,56
14	4,2	6,6	355,0	356,5	0,33
16	5,1	6,5	344,4	349,7	0,15
18	5,1	5,0	337,5	348,6	0,03
20	4,2	—2,6	335,1	299,0	0,00
22	+2,3	+0,2	337,2	339,2	0,05
24	—0,2	3,0	343,3	346,9	0,16
26	3,0	5,2	352,3	354,9	0,32
28	5,3	6,6	2,8	3,2	0,51
30	—6,7	+6,8	13,0	10,6	0,70

Дата	$0^ч$ всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ_0
Апрель	°	°	°	°	
1	—6,6	+5,6	21,0	15,4	0,87
3	5,0	+3,2	24,8	15,0	0,98
5	—2,1	—0,2	22,7	20,2	0,99
7	+1,2	3,6	14,6	9,9	0,89
9	4,0	6,0	2,7	359,9	0,70
11	5,9	6,8	350,5	350,7	0,48
13	6,4	6,1	341,2	344,3	0,27
15	5,7	4,2	336,0	341,3	0,11
17	4,1	—1,6	335,4	341,2	0,02
19	+1,9	+1,3	339,0	349,5	0,00
21	—0,8	3,9	346,2	353,1	0,06
23	3,5	5,8	356,0	0,6	0,18
25	5,8	6,8	6,5	8,5	0,34
27	7,3	6,6	16,0	15,2	0,54
29	7,4	5,0	22,7	19,5	0,74
Май					
1	5,9	+2,2	24,8	20,9	0,91
3	—2,8	—1,2	21,0	26,6	1,00
5	+1,1	4,4	11,3	1,1	0,97
7	4,7	6,4	358,4	353,6	0,83
9	6,9	6,7	346,6	345,5	0,63
11	7,4	5,4	338,7	340,4	0,41
13	6,4	3,2	335,2	338,3	0,23
15	4,4	—0,4	336,3	338,4	0,09
17	+1,8	+2,3	341,3	334,7	0,01
19	—1,0	4,7	349,7	11,1	0,01
21	3,6	6,2	359,9	8,3	0,07
23	5,8	6,7	10,2	14,0	0,20
25	7,2	6,0	18,8	19,2	0,38
27	7,6	4,1	24,0	22,2	0,59
29	6,4	+1,1	24,4	22,2	0,80
31	—3,5	—2,2	18,9	20,9	0,95
Июнь					
2	+0,5	5,1	7,8	304,7	1,00
4	4,5	6,6	354,5	345,8	0,93
6	7,1	6,2	343,4	340,9	0,77
8	7,8	4,5	336,9	337,6	0,57
10	6,7	—2,0	335,1	337,1	0,36
12	4,4	+0,8	337,7	338,8	0,19
14	+1,7	3,4	344,2	341,1	0,07
16	—1,0	5,4	353,4	328,5	0,01
18	3,4	6,5	4,0	23,8	0,02
20	5,3	6,4	13,9	20,2	0,10
22	6,5	5,2	21,2	22,7	0,25
24	6,9	+2,9	24,8	23,6	0,44
26	6,0	—0,2	23,2	21,8	0,66
28	—3,5	3,4	16,1	17,4	0,86
30	+0,1	—5,7	4,1	18,2	0,98

Дата	$0^ч$ всемирного времени					Дата	$0^ч$ всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ_0		λ_0	β_0	P	ψ	Φ_0
Июль	°	°	°	°		Октябрь	°	°	°	°	
2	+3,9	—6,5	351,0	328,7	0,99	2	+1,3	+5,0	347,6	351,5	0,80
4	6,6	5,6	340,9	336,4	0,89	4	—1,2	6,5	357,6	359,5	0,63
6	7,4	3,5	335,8	335,8	0,72	6	3,6	6,8	8,0	7,3	0,44
8	6,4	—0,7	335,6	337,1	0,52	8	5,3	6,0	17,2	13,8	0,26
10	4,1	+2,0	339,7	340,6	0,33	10	5,8	4,0	23,3	17,9	0,10
12	+1,4	4,4	347,3	345,5	0,17	12	4,8	+1,0	24,8	19,6	0,01
14	—1,2	6,0	357,3	348,8	0,05	14	—2,6	—2,4	20,6	12,5	0,02
16	3,3	6,6	7,9	317,1	0,00	16	+0,4	5,2	11,0	5,7	0,13
18	4,8	6,0	17,1	29,5	0,03	18	3,1	6,7	358,5	356,3	0,33
20	5,5	4,2	23,2	25,4	0,13	20	5,1	6,5	346,7	347,8	0,55
22	5,6	+1,5	24,8	23,8	0,31	22	6,0	4,8	338,6	342,0	0,76
24	4,7	—1,6	21,3	19,9	0,52	24	5,8	—2,2	335,2	339,2	0,91
26	—2,7	4,5	12,5	13,3	0,74	26	4,7	+0,8	336,5	335,3	0,99
28	+0,3	6,2	0,0	6,7	0,91	28	2,9	3,5	342,1	356,5	0,99
30	3,6	6,4	347,6	26,3	1,00	30	+0,6	5,6	350,9	358,2	0,92
Август						Ноябрь					
1	5,9	4,9	338,8	329,8	0,97	1	—2,0	6,7	1,2	5,1	0,79
3	6,6	—2,4	335,2	334,8	0,85	3	4,5	6,6	11,3	12,2	0,61
5	5,6	+0,5	336,5	338,2	0,68	5	6,3	5,4	19,5	17,9	0,42
7	3,4	3,2	342,0	343,3	0,49	7	6,9	+3,1	24,3	21,3	0,23
9	+0,7	5,3	350,6	349,9	0,30	9	5,8	—0,0	24,3	22,7	0,07
11	—1,7	6,5	1,0	356,5	0,15	11	—3,1	3,3	18,3	48,5	0,00
13	3,5	6,5	11,4	359,1	0,04	13	+0,6	5,8	7,2	356,5	0,04
15	4,5	5,4	19,8	272,1	0,00	15	4,2	6,7	354,0	350,0	0,19
17	4,6	3,1	24,4	27,9	0,05	17	6,6	5,9	343,1	343,0	0,40
19	4,1	+0,0	24,1	22,6	0,18	19	7,3	3,7	336,7	338,7	0,62
21	2,8	—3,1	18,5	16,5	0,38	21	6,6	—1,0	335,1	337,3	0,80
23	—0,9	5,5	8,1	8,2	0,61	23	4,9	+1,9	338,1	337,2	0,93
25	+1,4	6,6	355,6	359,6	0,82	25	2,7	4,4	345,0	323,8	0,99
27	3,8	6,1	344,3	355,4	0,96	27	+0,2	6,0	354,6	13,2	0,98
29	5,3	4,2	337,1	280,8	1,00	29	—2,4	6,7	5,0	12,1	0,91
31	5,6	—1,3	335,1	334,6	0,95	Декабрь					
Сентябрь						1	4,8	6,2	14,6	17,0	0,77
2	4,5	+1,6	337,9	340,5	0,82	3	6,7	4,5	21,6	21,1	0,59
4	+2,4	4,2	344,6	346,9	0,65	5	7,6	+2,0	24,8	23,0	0,39
6	—0,2	6,0	354,1	354,5	0,46	7	6,8	—1,1	23,2	22,4	0,19
8	2,6	6,8	4,6	2,2	0,28	9	4,2	4,2	15,8	21,6	0,05
10	4,3	6,4	14,5	8,4	0,12	11	—0,0	6,2	3,6	312,3	0,00
12	4,8	4,7	21,8	9,3	0,02	13	+4,2	6,4	350,3	342,8	0,08
14	4,3	+2,0	24,9	34,3	0,00	15	7,0	5,0	340,3	339,0	0,25
16	2,9	—1,3	22,6	19,6	0,08	17	7,9	—2,5	335,5	336,8	0,45
18	—1,0	4,3	14,9	11,8	0,25	19	7,1	+0,4	335,8	337,2	0,66
20	+1,2	6,3	3,3	2,4	0,47	21	5,1	3,1	340,4	339,7	0,83
22	3,2	6,7	351,0	353,4	0,69	23	2,7	5,2	348,4	341,8	0,94
24	4,7	5,6	341,2	347,0	0,87	25	+0,1	6,4	358,5	319,2	1,00
26	5,3	3,3	335,9	345,8	0,98	27	—2,4	6,5	8,9	25,3	0,98
28	4,9	—0,3	335,5	335,2	1,00	29	4,6	5,4	17,6	22,0	0,89
30	+3,5	+2,6	339,7	344,5	0,93	31	—6,5	+3,4	23,3	23,5	0,75

МАРС

Дата	$0^ч$ всемирного времени			T_0	Дата	$0^ч$ всемирного времени			T_0
	P	B_0	L_0			P	B_0	L_0	
Январь	°	°	°	ч м	Апрель	°	°	°	ч м
0	26,5	—2,4	145,7	14 41,1	2	343,8	—24,4	318,4	2 51,2
4	25,0	3,7	106,6	17 21,9	6	342,0	24,7	278,6	5 35,0
8	23,4	5,0	67,5	20 02,9	10	340,2	24,9	238,7	8 18,9
12	21,8	6,2	28,3	22 43,9	14	338,4	25,0	198,9	11 02,8
16	20,2	7,5	349,1	0 44,7	18	336,7	25,1	159,1	13 46,6
20	18,4	8,7	309,9	3 25,9	22	335,1	25,0	119,2	16 30,5
24	16,7	10,0	270,7	6 07,3	26	333,6	24,9	79,4	19 14,2
28	14,9	11,2	231,4	8 48,7	30	332,1	24,7	39,6	21 57,9
Февраль					Май				
1	13,0	12,3	192,1	11 30,3	4	330,7	24,4	359,8	0 00,7
5	11,2	13,5	152,8	14 12,1	8	329,4	24,1	320,1	2 44,2
9	9,3	14,6	113,4	16 54,0	12	328,2	23,7	280,4	5 27,6
13	7,3	15,7	74,0	19 36,1	16	327,0	23,2	240,7	8 10,8
17	5,8	16,7	34,6	22 18,3	20	326,0	22,6	201,0	10 53,9
21	3,4	17,7	355,1	0 20,1	24	325,1	22,0	161,4	13 36,8
25	1,4	18,7	315,6	3 02,6	28	324,3	21,3	121,8	16 19,5
Март					Июнь				
1	359,4	19,6	276,0	5 45,3	1	323,6	20,6	82,3	19 02,0
5	357,4	20,4	236,4	8 28,2	5	323,0	19,8	42,8	21 44,3
9	355,4	21,2	196,8	11 11,2	9	322,6	19,0	3,4	24 26,4
13	353,5	21,9	157,2	13 54,4	13	322,2	18,1	324,0	2 27,9
17	351,5	22,5	117,4	16 37,7	17	321,9	17,2	284,7	5 09,7
21	349,5	23,1	77,7	19 21,2	21	321,8	16,2	245,6	7 51,2
25	347,6	23,6	38,0	22 04,7	25	321,7	15,2	206,2	10 32,6
29	345,7	—24,1	358,2	0 07,5	29	321,8	—14,2	167,0	13 13,7

Дата	0ч всемирного времени			T_0		Дата	0ч всемирного времени			T_0	
	P	B_0	L_0				P	B_0	L_0		
Июль	°	°	°	ч	м	Октябрь	°	°	°	ч	м
3	321,9	—13,2	127,8	15	54,7	3	344,0	+10,6	316,6	2	58,4
7	322,2	12,1	88,7	18	35,5	7	345,2	11,3	278,2	5	36,1
11	322,6	11,0	49,6	21	16,1	11	346,5	12,0	239,9	8	13,6
15	323,0	9,9	10,6	23	56,6	15	347,7	12,7	201,6	10	50,8
19	323,5	8,8	331,6	1	56,8	19	348,8	13,3	163,4	13	27,8
23	324,2	7,7	292,6	4	37,0	23	350,0	13,9	125,2	16	04,6
27	324,8	6,6	253,7	7	17,0	27	351,1	14,4	87,2	18	41,0
31	325,6	5,5	214,8	9	56,8	31	352,2	14,9	49,1	21	17,1
Август						Ноябрь					
4	326,5	4,3	176,0	12	36,5	4	353,2	15,4	11,2	23	52,9
8	327,4	3,2	137,1	15	16,1	8	354,1	15,7	333,4	1	49,4
12	328,3	2,1	98,4	17	55,6	12	355,0	16,1	295,6	4	24,4
16	329,4	—1,0	59,6	20	34,9	16	355,8	16,4	258,0	6	58,9
20	330,4	+0,1	20,8	23	14,1	20	356,5	16,6	220,5	9	32,9
24	331,6	1,2	342,1	1	13,4	24	357,1	16,7	183,1	12	06,2
28	332,7	2,2	303,4	3	52,4	28	357,7	16,8	145,9	14	38,9
Сентябрь						Декабрь					
1	333,9	3,2	264,8	6	31,3	2	358,1	16,9	108,9	17	10,9
5	335,1	4,2	226,2	9	10,1	6	358,4	16,8	72,0	19	42,1
9	336,4	5,2	187,6	11	48,8	10	358,6	16,7	35,3	22	12,5
13	337,6	6,2	149,0	14	27,3	14	358,7	16,6	358,8	0	04,7
17	338,9	7,2	110,4	17	05,7	18	358,6	16,4	322,6	2	33,5
21	340,2	8,1	71,9	19	43,9	22	358,4	16,1	286,5	5	01,4
25	341,4	8,9	33,4	22	22,1	26	358,0	15,7	250,7	7	28,4
29	342,7	+9,8	355,0	0	20,6	30	357,5	+15,3	215,0	9	54,5

ЮПИТЕР

Дата		0ч всемирного времени				Дата		0ч всемирного времени			
		P	B_0	L_I	L_{II}			P	B_0	L_I	L_{II}
		°	°	°	°			°	°	°	°
Январь	0	344,4	+3,1	175,3	175,2	Июль	3	356,3	+2,6	31,6	67,6
	8	344,3	3,0	358,3	297,1		11	357,1	2,5	213,3	188,2
	16	344,3	3,0	181,0	58,8		19	357,9	2,5	35,0	309,0
	24	344,3	3,0	3,5	180,2		27	358,7	2,5	216,9	69,8
Февраль	1	344,4	2,9	185,7	301,4	Август	4	359,4	2,5	38,9	190,8
	9	344,6	2,9	7,7	62,4		12	0,1	2,4	221,1	311,9
	17	344,9	2,9	189,5	183,2		20	0,8	2,4	43,3	73,1
	25	345,2	2,8	11,1	303,8		28	1,4	2,4	225,8	194,5
Март	5	345,6	2,8	192,6	64,2	Сентябрь	5	2,0	2,4	48,3	316,0
	13	346,0	2,8	14,0	184,6		13	2,4	2,3	231,1	77,7
	21	346,6	2,8	195,3	304,8		21	2,9	2,3	54,0	199,6
	29	347,1	2,8	16,5	65,0		29	3,2	2,3	237,1	321,6
Апрель	6	347,7	2,8	197,7	185,1	Октябрь	7	3,5	2,3	60,3	83,8
	14	348,4	2,7	18,8	305,2		15	3,6	2,3	243,8	206,3
	22	349,1	2,7	199,9	65,3		23	3,7	2,2	67,4	328,9
	30	349,8	2,7	21,0	185,4		31	3,6	2,2	251,3	91,6
Май	8	350,5	2,7	202,2	305,5	Ноябрь	8	3,5	2,2	75,2	214,6
	16	351,3	2,7	23,4	65,6		16	3,3	2,2	259,4	337,7
	24	352,1	2,7	204,6	185,8		24	3,0	2,2	83,6	100,9
Июнь	1	352,9	2,6	25,8	306,0	Декабрь	2	2,6	2,2	268,0	224,2
	9	353,8	2,6	207,2	66,3		10	2,1	2,2	92,3	347,5
	17	354,6	2,6	28,6	186,7		18	1,6	2,2	276,7	110,8
	25	355,4	+2,6	210,0	307,1		26	1,1	2,2	101,0	234,0
							34	0,6	+2,2	285,1	357,2

ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ПРИРАЩЕНИЙ ДОЛГОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕРИДИАНА МАРСА И ЮПИТЕРА
(I и II системы)

	Марс	Юпитер			Марс	Юпитер	
		I	II			I	II
Сутки	°	°	°	Часы	°	°	°
1	350,9	157,9	150,3	1	14,6	36,6	36,3
2	341,8	315,8	300,5	2	29,2	73,2	72,5
3	332,7	113,7	90,8	3	43,9	109,7	108,8
4	323,6	271,6	241,0	4	58,5	146,3	145,1
5	314,4	69,5	31,3	5	73,1	182,9	181,3
6	305,3	227,4	181,6	6	87,7	219,5	217,6
7	296,2	25,3	331,8	7	102,3	256,1	253,8
8	287,1	183,2	122,1	8	117,0	292,7	290,1
Минуты				9	131,6	329,2	326,4
1	0,2	0,6	0,6	10	146,2	5,8	2,6
2	0,5	1,2	1,2	11	160,8	42,4	38,9
3	0,7	1,8	1,8	12	175,4	79,0	75,1
4	1,0	2,4	2,4	13	190,1	115,6	111,4
5	1,2	3,0	3,0	14	204,7	152,2	147,6
6	1,5	3,7	3,6	15	219,3	188,7	183,9
7	1,7	4,3	4,2	16	233,9	225,3	220,2
8	1,9	4,9	4,8	17	248,5	261,9	256,4
9	2,2	5,5	5,4	18	263,2	298,4	292,7
10	2,4	6,1	6,0	19	277,8	335,0	329,0
20	4,9	12,2	12,1	20	292,4	11,6	5,2
30	7,3	18,3	18,1	21	307,0	48,2	41,5
40	9,7	24,4	24,2	22	321,6	84,7	77,7
50	12,2	30,5	30,2	23	336,3	121,3	114,0
60	14,6	36,6	36,3	24	350,9	157,9	150,3

САТУРН

Дата	0ч всемирного времени					Дата	0ч всемирного времени				
	P	B_0	a	b	b/a		P	B_0	a	b	b/a
	°	°	″	″			°	°	″	″	
Янв. 0	353,2	−15,8	45,1	12,3	0,272	Июль 3	353,2	−16,1	37,6	10,4	0,277
8	353,2	16,0	45,5	12,5	0,276	11	353,3	15,7	37,3	10,1	0,271
16	353,2	16,2	45,8	12,8	0,280	19	353,3	15,3	37,1	9,8	0,264
24	353,2	16,5	46,0	13,1	0,284	27	353,3	14,9	37,0	9,5	0,258
Фев. 1	353,2	16,8	46,1	13,3	0,289	Авг. 4	353,4	14,5	36,9	9,2	0,251
9	353,2	17,0	46,0	13,5	0,293	12	353,4	14,1	36,8	9,0	0,243
17	353,2	17,3	45,8	13,6	0,298	20	353,4	13,7	36,8	8,7	0,236
25	353,1	17,6	45,6	13,7	0,302	28	353,5	13,2	36,9	8,4	0,229
Март 5	353,1	17,8	45,2	13,8	0,305	Сент. 5	353,5	12,8	37,0	8,2	0,222
13	353,1	17,9	44,8	13,8	0,308	13	353,6	12,4	37,2	8,0	0,215
21	353,1	18,1	44,3	13,7	0,310	21	353,6	12,0	37,5	7,8	0,208
29	353,1	18,2	43,7	13,6	0,312	29	353,7	11,6	37,8	7,6	0,202
Апр. 6	353,1	18,2	43,2	13,5	0,313	Окт. 7	353,7	11,3	38,1	7,5	0,196
14	353,1	18,2	42,5	13,3	0,313	15	353,7	11,0	38,5	7,3	0,190
22	353,1	18,2	41,9	13,1	0,312	23	353,8	10,7	39,0	7,2	0,185
30	353,1	18,1	41,3	12,8	0,311	31	353,8	10,4	39,4	7,1	0,181
Май 8	353,1	18,0	40,7	12,6	0,309	Нояб. 8	353,8	10,2	40,0	7,1	0,177
16	353,1	17,8	40,1	12,3	0,306	16	353,9	10,0	40,5	7,1	0,174
24	353,1	17,6	39,6	12,0	0,303	24	353,9	9,9	41,1	7,1	0,172
Июнь 1	353,1	17,4	39,1	11,7	0,298	Дек. 2	353,9	9,9	41,7	7,2	0,171
9	353,2	17,1	38,6	11,4	0,294	10	353,9	9,8	42,3	7,2	0,171
17	353,2	16,8	38,2	11,0	0,289	18	353,9	9,9	42,9	7,4	0,172
25	353,2	−16,5	37,9	10,7	0,283	26	353,9	10,0	43,5	7,6	0,174
						34	353,9	−10,1	44,0	7,8	0,176

ГАЛИЛЕЕВЫ СПУТНИКИ ЮПИТЕРА

Таблица явлений в системе спутников Юпитера (стр. 93—100) содержит сведения лишь о четырех наиболее ярких (галилеевых) спутниках планеты и только о тех явлениях, которые доступны наблюдениям на территории СССР в темное время суток. Моменты явлений приведены по всемирному времени. Номера спутников обозначены римскими цифрами. Сочетания букв обозначают: НЗ — начало затмения спутника; КЗ — конец затмения спутника; НП — начало покрытия спутника (спутник скрывается за диском Юпитера); КП — конец покрытия спутника (спутник появляется из-за диска планеты); ВТ — вступление тени спутника на диск Юпитера; СТ — схождение тени спутника с диска планеты; НС — начало прохождения спутника перед планетой (вступление спутника на диск планеты); КС — конец прохождения спутника перед планетой (схождение спутника с диска Юпитера).

Графики конфигураций спутников (стр. 103—113) заимствованы из «Приложения к Астрономическому Ежегоднику СССР на 1978 г.». На графиках центральная вертикальная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты всемирного времени. Горизонтальные линии отмечают начало календарных суток, т. е. $0^ч$ по всемирному времени для указанных около этих линий дат. Положение спутников относительно диска планеты дается кривыми линиями, около которых проставлены номера спутников. Перерывы в этих кривых при пересечении ими вертикальной полосы означают заходы спутников за диск Юпитера (покрытия спутников). Конфигурации спутников даны для наблюдений в телескоп-рефрактор, т. е. восток находится справа от диска, а запад — слева от него. Чтобы узнать конфигурации спутников Юпитера на определенный момент времени, нужно провести по линейке горизонтальную линию, соответствующую данному моменту времени, которая в пересечении с кривыми линиями даст видимое положение спутников относительно планеты. Расстояния спутников от планеты могут быть выражены в ее диаметрах или радиусах.

Более точное определение конфигураций спутников проводится вычислениями или графическим построением. Для этой цели служит таблица моментов верхних геоцентрических соединений спутников с Юпитером по всемирному времени (стр. 101—102). Пусть требуется вычислить положение спутников на некоторый момент времени T. Прежде всего необходимо по заданному моменту T найти всемирное время

$$T_0 = T - (T - T_м) - 3^ч,$$

где $(T - T_м)$ — разность в целых часах между временем данного пункта и московским временем, а затем по таблице моментов верхних соединений спутников найти момент T_c верхнего соединения спутника, предшествующий моменту T_0. Тогда видимое расстояние спутника от центра диска планеты

$$\rho = r \sin \varphi,$$

где $\varphi = \omega\ (T_0 - T_c)$, r — радиус орбиты спутника и ω — относительное смещение спутника по орбите за 1 час (часовое синодическое движение). В этом случае разность $(T_0 - T_c)$ должна быть выражена в часах.

Значения r в экваториальных радиусах Юпитера и ω приведены в следующей таблице, в которой даны также относительные суточные смещения Ω спутников (суточное синодическое движение), часто используемые для графического построения конфигураций:

Спутник	r	ω	Ω
I Ио	5,916	8°,475	203°,41
II Европа	9,412	4,220	101,29
III Ганимед	15,014	2,093	50,23
IV Каллисто	26,408	0,8953	21,49

Выражая $(T_0 - T_c)$ в часах и беря r и ω из таблицы, получим ρ в экваториальных радиусах Юпитера.

Если $\rho > 0$, то спутник находится к востоку от планеты (в телескоп — справа); если $\rho < 0$, то спутник расположен к западу (слева). Если $|\rho| < 1$ при φ, близком к 180°, то возможно прохождение спутника перед диском Юпитера. Аналогично, если $|\rho| < 1$ при φ, близком к 0°, то произойдет покрытие спутника диском планеты.

Пример. Определить конфигурации четырех галилеевых спутников 31 января 1977 г. в $2^ч45^м$ в Краснодаре. Так как разность во времени между Краснодаром и Москвой составляет $(T - T_м) = 0^ч$, то заданный момент времени в Краснодаре соответствует $T_0 = 2^ч45^м - 0^ч - 3^ч = 23^ч45^м$ по всемирному времени предыдущей даты 30 января 1977 г.

Из таблицы на страницах 101—102 выписываем моменты T_c верхних соединений спутников Юпитера, предшествующие моменту $T_0 = 30.I, 23^ч45^м$, и образуем разности $(T_0 - T_c)$, которые переводим в часы, а затем, используя значения ω и r, вычисляем φ и ρ:

$$T_0 = 30.I,\ 23^ч45^м$$

Спутник	T_c	$T_0 - T_c$	φ	$\sin\varphi$	ρ
I Ио	30.I, $3^ч16^м$	$20^ч$,483	173°36′	+0,1115	+0,66
II Европа	29.I, 19 07	28,633	120 50	+0,8587	+8,08
III Ганимед	27.I, 8 35	87,167	182 26	—0,0425	—0,64
IV Каллисто	22.I, 7 45	208,000	186 13	—0,1083	—2,86

Согласно вычислениям (см. чертеж), первый и третий спутники проходят перед диском Юпитера, второй спутник расположен к востоку (справа) от планеты на расстоянии восьми ее радиусов от центра,

а четвертый отстоит к западу (влево) на расстоянии почти двух радиусов планеты от ее левого края.



Рис. 9. К расчету конфигураций спутников Юпитера.

Эти же конфигурации спутников могут быть найдены графически по чертежу, изображающему орбиты спутников в плане. На орбитах штрихами обозначены положения спутников в моменты их верхнего соединения. Чтобы найти конфигурацию спутника на любой момент

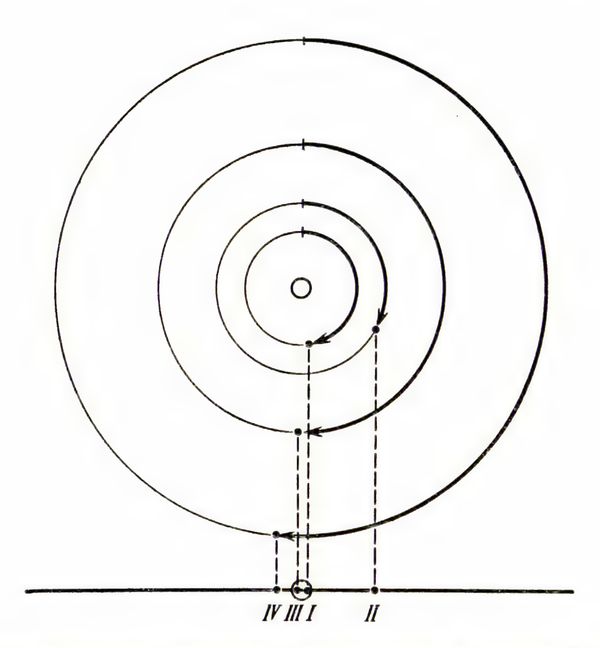


Рис. 10. Графическое построение конфигураций спутников Юпитера.

времени T_0, нужно вычислить угловое смещение φ и отложить его на орбите спутника (от ее верхней точки, отмеченной штрихом) в направлении вращения часовой стрелки; полученное положение спутника спроектировать на прямую, проведенную внизу, под орбитами. Чертеж построен для наблюдений в телескоп-рефрактор.

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

(моменты указаны по всемирному времени)

Январь	ч м		
1	0 36	I	СТ
	7 57	II	НП
	12 31	II	КЗ
	18 46	I	НП
	21 57	I	КЗ
2	6 22	III	НС
	8 31	III	КС
	10 28	III	ВТ
	12 42	III	СТ
	15 54	I	НС
	16 55	I	ВТ
	18 03	I	КС
	19 05	I	СТ
3	5 07	II	ВТ
	5 34	II	КС
	7 38	II	СТ
	13 13	I	НП
	16 26	I	КЗ
4	10 21	I	НС
	11 24	I	ВТ
	12 30	I	КС
	13 33	I	СТ
	21 09	II	НП
5	7 40	I	НП
	10 55	I	КЗ
	20 17	III	НП
	22 29	III	КП
6	0 37	III	НЗ
	4 48	I	НС
	5 52	I	ВТ
	6 58	I	КС
	8 02	I	СТ
	16 16	II	НС
	18 26	II	ВТ
	18 46	II	КС
	20 56	II	СТ
7	5 24	I	КЗ
	23 16	I	НС
8	0 21	I	ВТ
	10 21	II	НП
	15 09	II	КЗ
	20 35	I	НП
	23 52	I	КЗ
9	9 58	III	НС
	12 10	III	КС
	14 30	III	ВТ
	16 44	III	СТ

Январь	ч м		
9	17 43	I	НС
	18 50	I	ВТ
	19 53	I	КС
	21 00	I	СТ
10	5 28	II	НС
	7 44	II	ВТ
	7 59	II	КС
	10 14	II	СТ
	15 03	I	НП
	18 21	I	КЗ
11	12 11	I	НС
	13 19	I	ВТ
	14 20	I	КС
	15 29	I	СТ
	23 34	II	НП
12	4 28	II	КЗ
	9 30	I	НП
	12 50	I	КЗ
	23 54	III	НП
13	4 38	III	НЗ
	6 38	I	НС
	6 54	III	КЗ
	7 48	I	ВТ
	8 48	I	КС
	9 58	I	СТ
	18 42	II	НС
	21 03	II	ВТ
	21 13	II	КС
	23 33	II	СТ
14	7 19	I	КЗ
15	4 27	I	СТ
	12 48	II	НП
	17 47	II	КЗ
	22 26	I	НП
16	13 39	III	НС
	15 53	III	КС
	18 32	III	ВТ
	19 34	I	НС
	20 46	I	ВТ
	20 46	III	СТ
	21 44	I	КС
	22 56	I	СТ
17	7 56	II	НС
	10 21	II	ВТ
	10 27	II	КС
	12 51	II	СТ
	16 53	I	НП

Январь	ч м		
17	20 17	I	КЗ
18	14 02	I	НС
	15 15	I	ВТ
	16 11	I	КС
	17 25	I	СТ
19	7 06	II	КЗ
	11 21	I	НП
	14 46	I	КЗ
20	5 54	III	КП
	8 30	I	НС
	8 40	III	НЗ
	9 44	I	ВТ
	10 40	I	КС
	10 56	III	КЗ
	11 54	I	СТ
	21 10	II	НС
	23 39	II	ВТ
	23 42	II	КС
21	5 49	I	НП
	9 14	I	КЗ
22	5 08	I	КС
	6 22	I	СТ
	15 17	II	НП
	20 25	II	КЗ
23	17 25	III	НС
	19 42	III	КС
	21 26	I	НС
	22 33	III	ВТ
	22 41	I	ВТ
	23 36	I	КС
24	10 25	II	НС
	12 57	II	КС
	12 58	II	ВТ
	15 27	II	СТ
	18 45	I	НП
	22 12	I	КЗ
25	15 54	I	НС
	17 10	I	ВТ
	18 04	I	КС
	19 20	I	СТ
26	7 08	II	КП
	7 10	II	НЗ
	9 44	II	КЗ
	13 14	I	НП
	16 41	I	КЗ
27	7 25	III	НП
	9 45	III	КП

Январь	ч м		
27	10 23	I	НС
	11 39	I	ВТ
	12 32	I	КС
	12 41	III	НЗ
	13 49	I	СТ
	14 58	III	КЗ
	23 41	II	НС
28	7 42	I	НП
	11 10	I	КЗ
29	4 51	I	НС
	6 08	I	ВТ
	7 01	I	КС
	8 18	I	СТ
	17 49	II	НП
	20 25	II	КП
	20 29	II	НЗ
	23 03	II	КЗ
30	5 39	I	КЗ
	21 15	III	НС
	23 19	I	НС
	23 34	III	КС
31	4 50	III	СТ
	12 58	II	НС
	15 29	II	КС
	15 34	II	ВТ
	18 03	II	СТ
	20 39	I	НП
	—		
Февраль			
1	17 48	I	НС
	19 06	I	ВТ
	19 58	I	КС
	21 16	I	СТ
2	7 07	II	НП
	9 43	II	КП
	9 48	II	НЗ
	12 22	II	КЗ
	15 07	I	НП
	18 36	I	КЗ
3	11 19	III	НП
	12 16	I	НС
	13 35	I	ВТ
	13 41	III	КП
	14 26	I	КС
	15 45	I	СТ
	16 43	III	НЗ

Февраль	ч	м		
3	19	01	III	КЗ
4	4	52	II	ВТ
	7	21	II	СТ
	9	36	I	НП
	13	05	I	КЗ
5	6	45	I	НС
	8	04	I	ВТ
	8	55	I	КС
	10	14	I	СТ
	20	24	II	НП
	23	00	II	КП
	23	07	II	НЗ
6	7	34	I	КЗ
7	6	36	III	ВТ
	8	52	III	СТ
	15	32	II	НС
	18	03	II	КС
	18	11	II	ВТ
	20	40	II	СТ
	22	33	I	НП
8	19	42	I	НС
	21	02	I	ВТ
	21	53	I	КС
	23	12	I	СТ
9	9	43	II	НП
	12	19	II	КП
	12	26	II	НЗ
	15	01	II	КЗ
	17	02	I	НП
	20	32	I	КЗ
10	14	11	I	НС
	15	17	III	НП
	15	31	I	ВТ
	16	22	I	КС
	17	41	I	СТ
	17	41	III	КП
	20	44	III	НЗ
	23	03	III	КЗ
11	7	21	II	КС
	7	29	II	ВТ
	9	58	II	СТ
	11	31	I	НП
	15	01	I	КЗ
12	8	40	I	НС
	10	00	I	ВТ
	10	51	I	КС
	12	10	I	СТ
	23	01	II	НП

Февраль	ч	м		
13	5	59	I	НП
	9	30	I	КЗ
14	5	11	III	НС
	5	20	I	КС
	6	39	I	СТ
	7	33	III	КС
	10	37	III	ВТ
	12	54	III	СТ
	18	08	II	НС
	20	40	II	КС
	20	47	II	ВТ
	23	16	II	СТ
15	21	38	I	НС
	22	58	I	ВТ
16	12	21	II	НП
	14	58	II	КП
	15	05	II	НЗ
	17	40	II	КЗ
	18	57	I	НП
	22	27	I	КЗ
17	16	08	I	НС
	17	27	I	ВТ
	18	18	I	КС
	19	19	III	НП
	19	37	I	СТ
	21	45	III	КП
18	7	27	II	НС
	9	59	II	КС
	10	05	II	ВТ
	12	34	II	СТ
	13	26	I	НП
	16	56	I	КЗ
19	10	37	I	НС
	11	56	I	ВТ
	12	47	I	КС
	14	06	I	СТ
20	6	58	II	КЗ
	7	56	I	НП
	11	25	I	КЗ
21	6	25	I	ВТ
	7	16	I	КС
	8	35	I	СТ
	9	15	III	НС
	11	39	III	КС
	14	38	III	ВТ
	16	56	III	СТ
	20	46	II	НС
22	5	54	I	КЗ

Февраль	ч	м		
23	15	02	II	НП
	17	39	II	КП
	17	43	II	НЗ
	20	18	II	КЗ
	20	54	I	НП
24	18	04	I	НС
	19	23	I	ВТ
	20	15	I	КС
	21	33	I	СТ
25	7	06	III	КЗ
	10	06	II	НС
	12	38	II	КС
	12	41	II	ВТ
	15	10	II	СТ
	15	23	I	НП
	18	51	I	КЗ
26	12	34	I	НС
	13	51	I	ВТ
	14	45	I	КС
	16	02	I	СТ
27	7	00	II	КП
	7	02	II	НЗ
	9	37	II	КЗ
	9	53	I	НП
	13	20	I	КЗ
28	7	03	I	НС
	8	20	I	ВТ
	9	14	I	КС
	10	31	I	СТ
	13	25	III	НС
	15	50	III	КС
	18	41	III	ВТ
	20	59	III	СТ
	—			
Март				
1	7	49	I	КЗ
2	17	44	II	НП
	22	51	I	НП
	22	57	II	КЗ
3	20	02	I	НС
	21	18	I	ВТ
	22	13	I	КС
4	8	47	III	НЗ
	11	08	III	КЗ
	12	47	II	НС
	15	17	II	ВТ
	15	18	II	КС

Март	ч	м		
4	17	21	I	НП
	17	46	II	СТ
	20	47	I	КЗ
5	14	32	I	НС
	15	47	I	ВТ
	16	43	I	КС
	17	58	I	СТ
6	7	06	II	НП
	11	50	I	НП
	12	16	II	КЗ
	15	15	I	КЗ
7	9	02	I	НС
	10	16	I	ВТ
	11	13	I	КС
	12	27	I	СТ
	17	37	III	НС
	20	03	III	КС
	22	42	III	ВТ
8	7	04	II	СТ
	9	44	I	КЗ
9	6	56	I	СТ
	20	28	II	НП
10	22	01	I	НС
11	7	49	III	НП
	10	18	III	КП
	12	48	III	НЗ
	15	10	III	КЗ
	15	29	II	НС
	17	53	II	ВТ
	18	00	II	КС
	19	19	I	НП
	20	22	II	СТ
12	16	31	I	НС
	17	43	I	ВТ
	18	42	I	КС
	19	54	I	СТ
13	9	51	II	НП
	13	49	I	НП
	14	55	II	КЗ
	17	11	I	КЗ
14	11	01	I	НС
	12	12	I	ВТ
	13	12	I	КС
	14	23	I	СТ
	21	52	III	НС
15	7	11	II	ВТ
	7	22	II	КС
	8	19	I	НП

Март	ч	м		
15	9	40	II	СТ
	11	40	I	КЗ
16	7	42	I	КС
	8	52	I	СТ
18	12	05	III	НП
	14	35	III	КП
	16	50	III	НЗ
	18	12	II	НС
	19	12	III	КЗ
	20	29	II	ВТ
	20	44	II	КС
	21	18	I	НП
19	18	30	I	НС
	19	39	I	ВТ
	20	42	I	КС
	21	50	I	СТ
20	12	37	II	НП
	15	48	I	НП
	17	33	II	КЗ
	19	06	I	КЗ
21	13	00	I	НС
	14	08	I	ВТ
	15	12	I	КС
	16	19	I	СТ
22	7	34	II	НС
	9	05	III	СТ
	9	47	II	ВТ
	10	06	II	КС
	10	18	I	НП
	12	15	II	СТ
	13	35	I	КЗ
23	7	30	I	НЗ
	8	37	I	ВТ
	9	42	I	КС
	10	48	I	СТ
24	8	03	I	КЗ
25	16	25	III	НП
	18	56	III	КП
	20	51	III	НЗ
	20	57	II	НС
26	20	31	I	НС
	21	35	I	ВТ
27	15	25	II	НП
	17	48	I	НП
	20	12	II	КЗ
	21	01	I	КЗ
28	15	01	I	НС
	16	04	I	ВТ

Март	ч	м		
28	17	13	I	КС
	18	15	I	СТ
29	9	00	III	КС
	10	19	II	НС
	10	46	III	ВТ
	12	18	I	НП
	12	22	II	ВТ
	12	51	II	КС
	13	07	III	СТ
	14	51	II	СТ
	15	30	I	КЗ
30	9	31	I	НС
	10	32	I	ВТ
	11	43	I	КС
	12	44	I	СТ
31	9	32	II	КЗ
	9	59	I	КЗ
		—		
Апрель				
1	20	46	III	НП
3	18	14	II	НП
	19	48	I	НП
4	17	02	I	НС
	17	59	I	ВТ
	19	14	I	КС
	20	11	I	СТ
5	10	53	III	НС
	13	05	II	НС
	13	23	III	КС
	14	18	I	НП
	14	47	III	ВТ
	14	58	II	ВТ
	15	37	II	КС
	17	09	III	СТ
	17	25	I	КЗ
	17	27	II	СТ
6	11	32	I	НС
	12	28	I	ВТ
	13	44	I	КС
	14	40	I	СТ
7	8	48	I	НП
	11	54	I	КЗ
	12	11	II	КЗ
8	8	14	I	КС
	9	09	I	СТ
11	19	03	I	НС
	19	55	I	ВТ

Апрель	ч	м		
12	15	17	III	НС
	15	52	II	НС
	16	19	I	НП
	17	33	II	ВТ
	17	49	III	КС
	18	24	II	КС
	18	48	III	ВТ
	19	20	I	КЗ
	20	03	II	СТ
13	13	33	I	НС
	14	24	I	ВТ
	15	45	I	КС
	16	35	I	СТ
14	10	30	II	НП
	10	49	I	НП
	13	49	I	КЗ
	14	49	II	КЗ
15	8	53	I	ВТ
	10	16	I	КС
	11	04	I	СТ
16	8	52	III	НЗ
	9	20	II	СТ
	11	18	III	КЗ
19	18	20	I	НП
	18	39	II	НС
	19	44	III	НС
	20	08	II	ВТ
20	15	35	I	НС
	16	19	I	ВТ
	17	47	I	КС
	18	31	I	СТ
21	12	50	I	НП
	13	22	II	НП
	15	44	I	КЗ
	17	28	II	КЗ
22	10	05	I	НС
	10	48	I	ВТ
	12	18	I	КС
	13	00	I	СТ
23	9	26	II	ВТ
	10	01	III	НП
	10	12	I	КЗ
	10	35	II	КС
	11	56	II	СТ
	12	35	III	КП
	12	53	III	НЗ
	15	19	III	КЗ
27	17	37	I	НС

Апрель	ч	м		
27	18	15	I	ВТ
	19	49	I	КС
28	14	51	I	НП
	16	14	II	НП
	17	38	I	КЗ
29	12	07	I	НС
	12	44	I	ВТ
	14	20	I	КС
	14	56	I	СТ
30	9	22	I	НП
	10	51	II	НС
	12	01	II	ВТ
	12	07	I	КЗ
	13	24	II	КС
	14	29	III	НП
	14	32	II	СТ
	19	21	III	КЗ
		—		
Май				
1	8	50	I	КС
	9	24	I	СТ
2	9	25	II	КЗ
4	9	17	III	СТ
	19	39	I	НС
5	16	53	I	НП
	19	06	II	НП
	19	33	I	КЗ
6	14	09	I	НС
	14	39	I	ВТ
	16	22	I	КС
	16	51	I	СТ
7	11	23	I	НП
	13	40	II	НС
	14	02	I	КЗ
	14	36	II	ВТ
	16	13	II	КС
	17	07	II	СТ
	18	58	III	НП
8	9	08	I	ВТ
	10	53	I	КС
	11	20	I	СТ
9	12	03	II	КЗ
11	9	09	III	НС
	10	52	III	ВТ
	11	44	III	КС
	13	19	III	СТ
12	18	54	I	НП

Май

	ч	м		
13	16	12	I	НС
	16	34	I	ВТ
	18	24	I	КС
	18	46	I	СТ
14	13	25	I	НП
	15	56	I	КЗ
	16	29	II	НС
	17	12	II	ВТ
	19	02	II	КС
15	10	42	I	НС
	11	03	I	ВТ
	12	55	I	КС
	13	15	I	СТ

—

Июль

	ч	м		
1	17	07	II	НЗ
	20	40	II	КП
3	13	51	II	СТ
	14	51	II	КС
4	0	27	I	ВТ
	0	56	I	НС
	21	35	I	НЗ
5	0	17	I	КП
	18	55	I	ВТ
	19	26	I	НС
	21	07	I	СТ
	21	39	I	КС
6	16	03	I	НЗ
	18	48	I	КП
7	0	36	II	ВТ
	1	40	II	КС
	13	24	I	ВТ
	13	57	I	НС
	15	36	I	СТ
	16	09	I	КС
	18	52	III	ВТ
	21	05	III	НС
	21	27	III	СТ
	23	46	III	КС
8	13	18	I	КП
	19	44	II	НЗ
	23	29	II	КП
10	13	53	II	ВТ
	15	05	II	НС
	16	27	II	СТ

Июль

	ч	м		
10	17	40	II	КС
11	14	03	III	КП
	23	29	I	НЗ
12	20	50	I	ВТ
	21	27	I	НС
	23	02	I	СТ
	23	40	I	КС
13	17	57	I	НЗ
	20	49	I	КП
14	15	18	I	ВТ
	15	58	I	НС
	17	30	I	СТ
	18	10	I	КС
	22	52	III	ВТ
15	1	27	III	СТ
	1	31	III	НС
	15	19	I	КП
	22	20	II	НЗ
17	16	29	II	ВТ
	17	53	II	НС
	19	03	II	СТ
	20	29	II	КС
18	15	30	III	КЗ
	15	46	III	НП
	18	30	III	КП
19	1	23	I	НЗ
	15	43	II	КП
	22	44	I	ВТ
	23	28	I	НС
20	0	56	I	СТ
	1	40	I	КС
	19	51	I	НЗ
	22	49	I	КП
21	17	12	I	ВТ
	17	58	I	НС
	19	24	I	СТ
	20	10	I	КС
22	14	20	I	НЗ
	17	19	I	КП
23	0	56	II	НЗ
	13	53	I	СТ
	14	40	I	КС
24	19	04	II	ВТ
	20	41	II	НС
	21	39	II	СТ
	23	17	II	КС
25	16	52	III	НЗ

Июль

	ч	м		
25	19	30	III	КЗ
	20	10	III	НП
	22	55	III	КП
26	14	14	II	НЗ
	18	30	II	КП
27	0	38	I	ВТ
	1	28	I	НС
	21	45	I	НЗ
28	0	49	I	КП
	12	41	II	КС
	19	07	I	ВТ
	19	58	I	НС
	21	18	I	СТ
	22	10	I	КС
29	13	04	III	КС
	16	14	I	НЗ
	19	19	I	КП
30	13	35	I	ВТ
	14	28	I	НС
	15	47	I	СТ
	16	40	I	КС
31	13	49	I	КП
	21	40	II	ВТ
	23	29	II	НС

—

Август

	ч	м		
1	0	15	II	СТ
	2	05	II	КС
	20	51	III	НЗ
	23	30	III	КЗ
2	0	33	III	НП
	16	49	II	НЗ
	21	27	II	КП
3	23	39	I	НЗ
4	12	53	II	НС
	13	33	II	СТ
	15	29	II	КС
	21	01	I	ВТ
	21	57	I	НС
	23	12	I	СТ
5	0	09	I	КС
	13	29	III	СТ
	14	43	III	НС
	17	27	III	КС
	18	08	I	НЗ

Август

	ч	м		
5	21	19	I	КП
6	15	29	I	ВТ
	16	27	I	НС
	17	41	I	СТ
	18	39	I	КС
7	12	36	I	НЗ
	15	49	I	КП
8	0	16	II	ВТ
	2	15	II	НС
	12	09	I	СТ
	13	09	I	КС
9	0	51	III	НЗ
	19	24	II	НЗ
10	0	02	II	КП
11	1	33	I	НЗ
	13	34	II	ВТ
	15	39	II	НС
	16	09	II	СТ
	18	15	II	КС
	22	55	I	ВТ
	23	56	I	НС
12	1	06	I	СТ
	2	08	I	КС
	14	50	III	ВТ
	17	29	III	СТ
	19	02	III	НС
	20	01	I	НЗ
	21	48	III	КС
	23	18	I	КП
13	13	25	II	КП
	17	23	I	ВТ
	18	26	I	НС
	19	34	I	СТ
	20	38	I	КС
14	14	30	I	НЗ
	17	48	I	КП
15	11	52	I	ВТ
	12	56	I	НС
	14	03	I	СТ
	15	07	I	КС
16	12	01	III	КП
	12	18	I	КП
	22	00	II	НЗ
18	16	10	II	ВТ
	18	24	II	НС
	18	45	II	СТ
	21	01	II	КС

Август	ч м		
19	0 49	I	ВТ
	1 55	I	НС
	18 49	III	ВТ
	21 29	III	СТ
	21 55	I	НЗ
	23 20	III	НС
20	1 17	I	КП
	2 06	III	КС
	11 17	II	НЗ
	16 08	II	КП
	19 17	I	ВТ
	20 24	I	НС
	21 28	I	СТ
	22 36	I	КС
21	16 24	I	НЗ
	19 47	I	КП
22	13 45	I	ВТ
	14 54	I	НС
	15 57	I	СТ
	17 05	I	КС
23	11 32	III	КЗ
	13 31	III	НП
	14 16	I	КП
	16 19	III	КП
24	0 34	II	НЗ
	11 34	I	КС
25	18 46	II	ВТ
	21 09	II	НС
	21 21	II	СТ
	23 46	II	КС
26	2 42	I	ВТ
	22 48	III	ВТ
	23 49	I	НЗ
27	1 28	III	СТ
	13 52	II	НЗ
	18 50	II	КП
	21 11	I	ВТ
	22 22	I	НС
	23 22	I	СТ
28	0 33	I	КС
	18 18	I	НЗ
	21 44	I	КП
29	10 30	II	НС
	10 39	II	СТ
	13 07	II	КС
	15 39	I	ВТ
	16 51	I	НС

Август	ч м		
29	17 50	I	СТ
	19 02	I	КС
30	12 46	I	НЗ
	12 49	III	НЗ
	15 32	III	КЗ
	16 14	I	КП
	17 45	III	НП
	20 34	III	КП
31	10 08	I	ВТ
	11 20	I	НС
	12 19	I	СТ
	13 31	I	КС

—

Сентябрь	ч м		
1	10 43	I	КП
	21 22	II	ВТ
	23 52	II	НС
	23 58	II	СТ
2	2 29	II	КС
3	1 43	I	НЗ
	2 47	III	ВТ
	10 34	III	КС
	16 26	II	НЗ
	21 31	II	КП
	23 05	I	ВТ
4	0 18	I	НС
	1 15	I	СТ
	2 29	I	КС
	20 11	I	НЗ
	23 42	I	КП
5	10 40	II	ВТ
	13 12	II	НС
	13 16	II	СТ
	15 50	II	КС
	17 33	I	ВТ
	18 47	I	НС
	19 44	I	СТ
	20 58	I	КС
6	14 40	I	НЗ
	16 48	III	НЗ
	18 11	I	КП
	19 31	III	КЗ
	21 55	III	НП
7	0 45	III	КП
	10 51	II	КП

Сентябрь	ч м		
7	12 01	I	ВТ
	13 16	I	НС
	14 12	I	СТ
	15 27	I	КС
8	12 40	I	КП
	23 58	II	ВТ
9	2 33	II	НС
	2 34	II	СТ
10	11 56	III	НС
	14 44	III	КС
	19 01	II	НЗ
11	0 10	II	КП
	0 58	I	ВТ
	2 14	I	НС
	22 05	I	НЗ
12	1 38	I	КП
	13 16	II	ВТ
	15 52	II	СТ
	15 53	II	НС
	18 31	II	КС
	19 26	I	ВТ
	20 43	I	НС
	21 37	I	СТ
	22 54	I	КС
13	16 34	I	НЗ
	20 07	I	КП
	20 47	III	НЗ
	23 31	III	КЗ
14	2 03	III	НП
	10 52	II	КЗ
	10 54	II	НП
	13 29	II	КП
	13 55	I	ВТ
	15 12	I	НС
	16 06	I	СТ
	17 23	I	КС
15	11 02	I	НЗ
	14 36	I	КП
16	2 34	II	ВТ
	10 34	I	СТ
	11 52	I	КС
17	10 46	III	ВТ
	13 28	III	СТ
	16 02	III	НС
	18 51	III	КС
	21 35	II	НЗ
18	0 09	II	КЗ

Сентябрь	ч м		
18	0 12	II	НП
	2 47	II	КП
	2 52	I	ВТ
	23 59	I	НЗ
19	15 52	II	ВТ
	18 28	II	СТ
	18 32	II	НС
	21 10	II	КС
	21 20	I	ВТ
	22 38	I	НС
	23 31	I	СТ
20	0 49	I	КС
	18 28	I	НЗ
	22 02	I	КП
21	0 46	III	НЗ
	10 52	II	НЗ
	13 26	II	КЗ
	13 30	II	НП
	15 48	I	ВТ
	16 05	II	КП
	17 06	I	НС
	17 59	I	СТ
	19 17	I	КС
22	12 56	I	НЗ
	16 31	I	КП
23	10 17	I	ВТ
	10 30	II	КС
	11 35	I	НС
	12 27	I	СТ
	13 46	I	КС
24	10 59	I	КП
	14 44	III	ВТ
	17 28	III	СТ
	20 04	III	НС
	22 54	III	КС
25	0 09	II	НЗ
	2 43	II	КЗ
	2 48	II	НП
26	1 53	I	НЗ
	18 28	II	ВТ
	21 05	II	СТ
	21 10	II	НС
	23 13	I	ВТ
	23 48	II	КС
27	0 32	I	НС
	1 24	I	СТ
	2 43	I	КС

Сентябрь

	ч	м		
27	20	21	I	НЗ
	23	57	I	КП
28	10	07	III	НП
	12	59	III	КП
	13	26	II	НЗ
	16	00	II	КЗ
	16	04	II	НП
	17	42	I	ВТ
	18	39	II	КП
	19	00	I	НС
	19	52	I	СТ
	21	11	I	КС
29	14	50	I	НЗ
	18	25	I	КП
30	10	24	II	СТ
	10	28	II	НС
	12	10	I	ВТ
	13	06	II	КС
	13	28	I	НС
	14	21	I	СТ
	15	39	I	КС

—

Октябрь

	ч	м		
1	9	18	I	НЗ
	12	53	I	КП
	18	43	III	ВТ
	21	28	III	СТ
2	0	02	III	НС
	2	43	II	НЗ
	2	52	III	КС
	8	49	I	СТ
	10	07	I	КС
3	21	04	II	ВТ
	23	42	II	СТ
	23	45	II	НС
4	1	07	I	ВТ
	2	23	II	КС
	2	24	I	НС
	22	15	I	НЗ
5	1	50	I	КП
	8	44	III	НЗ
	11	31	III	КЗ
	14	04	III	НП
	16	00	II	НЗ
	16	56	III	КП

Октябрь

	ч	м		
5	18	34	II	КЗ
	18	37	II	НП
	19	35	I	ВТ
	20	52	I	НС
	21	11	II	КП
	21	46	I	СТ
	23	03	I	КС
6	16	44	I	НЗ
	20	18	I	КП
7	10	23	II	ВТ
	13	01	II	СТ
	13	03	II	НС
	14	03	I	ВТ
	15	20	I	НС
	15	41	II	КС
	16	14	I	СТ
	17	31	I	КС
8	11	12	I	НЗ
	14	46	I	КП
	22	41	III	ВТ
9	1	27	III	СТ
	3	55	III	НС
	8	32	I	ВТ
	9	48	I	НС
	10	27	II	КП
	10	42	I	СТ
	11	59	I	КС
10	9	14	I	КП
	23	41	II	ВТ
11	2	18	II	НС
	2	18	II	СТ
	3	00	I	ВТ
12	0	09	I	НЗ
	3	42	I	КП
	12	44	III	НЗ
	15	32	III	КЗ
	17	56	III	НП
	18	34	II	НЗ
	20	49	III	КП
	21	28	I	ВТ
	22	44	I	НС
	23	39	I	СТ
	23	41	II	КП
13	0	55	I	КС
	18	38	I	НЗ
	22	10	I	КП
14	12	59	II	ВТ

Октябрь

	ч	м		
14	15	35	II	НС
	15	37	II	СТ
	15	57	I	ВТ
	17	12	I	НС
	18	08	I	СТ
	18	13	II	КС
	19	23	I	КС
15	13	06	I	НЗ
	16	38	I	КП
16	2	40	III	ВТ
	7	44	III	НС
	7	51	II	НЗ
	10	25	I	ВТ
	10	35	III	КС
	11	39	I	НС
	12	36	I	СТ
	12	56	II	КП
	13	50	I	КС
17	7	35	I	НЗ
	11	05	I	КП
18	2	17	II	ВТ
	7	04	I	СТ
	7	28	II	КС
	8	18	I	КС
19	2	03	I	НЗ
	16	43	III	НЗ
	19	32	III	КЗ
	21	07	II	НЗ
	21	43	III	НП
	23	22	I	ВТ
20	0	34	I	НС
	0	36	III	КП
	1	33	I	СТ
	2	09	II	КП
	2	45	I	КС
	20	32	I	НЗ
21	0	01	I	КП
	15	36	II	ВТ
	17	50	I	ВТ
	18	05	II	НС
	18	14	II	СТ
	19	02	I	НС
	20	01	I	СТ
	20	44	II	КС
	21	13	I	КС
22	15	00	I	НЗ
	18	28	I	КП

Октябрь

	ч	м		
23	9	26	III	СТ
	10	24	II	НЗ
	11	28	III	НС
	12	18	I	ВТ
	13	29	I	НС
	14	20	III	КС
	14	29	I	СТ
	15	22	II	КП
	15	40	I	КС
24	9	29	I	НЗ
	12	56	I	КП
25	7	18	II	НС
	7	32	II	СТ
	7	56	I	НС
	8	58	I	СТ
	9	57	II	КС
	10	08	I	КС
26	3	57	I	НЗ
	7	23	I	КП
	20	41	III	НЗ
	23	31	III	КЗ
	23	41	II	НЗ
27	1	15	I	ВТ
	1	25	III	НП
	2	23	I	НС
	3	26	I	СТ
	22	26	I	НЗ
28	1	50	I	КП
	18	12	II	ВТ
	19	43	I	ВТ
	20	32	II	НС
	20	51	I	НС
	20	51	II	СТ
	21	54	I	СТ
	23	02	I	КС
	23	11	II	КС
29	16	54	I	НЗ
	20	18	I	КП
30	10	37	III	ВТ
	12	58	II	НЗ
	13	26	III	СТ
	14	11	I	ВТ
	15	08	III	НС
	15	18	I	НС
	16	23	I	СТ
	17	29	I	КС
	17	46	II	КП

Октябрь

	ч	м		
30	18	00	III	КС
31	11	23	I	НЗ
	14	45	I	КП

—

Ноябрь

	ч	м		
1	7	30	II	ВТ
	8	40	I	ВТ
	9	45	I	НС
	9	45	II	НС
	10	09	II	СТ
	10	51	I	СТ
	11	56	I	КС
	12	24	II	КС
2	9	12	I	КП
3	0	40	III	НЗ
	2	15	II	НЗ
	3	08	I	ВТ
	3	31	III	КЗ
	4	12	I	НС
	7	56	III	КП
4	0	20	I	НЗ
	3	39	I	КП
	20	49	II	ВТ
	21	36	I	ВТ
	22	38	I	НС
	22	57	II	НС
	23	28	II	СТ
	23	48	I	СТ
5	0	50	I	КС
	1	37	II	КС
	18	48	I	НЗ
	22	06	I	КП
6	14	36	III	ВТ
	15	32	II	НЗ
	16	05	I	ВТ
	17	05	I	НС
	17	26	III	СТ
	18	16	I	СТ
	18	43	III	НС
	19	17	I	КС
	20	08	II	КП
	21	36	III	КС
7	13	17	I	НЗ
	16	33	I	КП
8	10	06	II	ВТ

Ноябрь

	ч	м		
8	10	33	I	ВТ
	11	32	I	НС
	12	09	II	НС
	12	45	I	СТ
	12	46	II	СТ
	13	44	I	КС
	14	48	II	КС
9	7	45	I	НЗ
	11	00	I	КП
10	4	39	III	НЗ
	4	48	II	НЗ
	7	13	I	СТ
	7	31	III	КЗ
	8	10	I	КС
	8	35	III	НП
	9	18	II	КП
	11	29	III	КП
11	2	14	I	НЗ
	23	25	II	ВТ
	23	30	I	ВТ
12	0	25	I	НС
	1	20	II	НС
	1	41	I	СТ
	2	05	II	СТ
	2	37	I	КС
	4	00	II	КС
	20	42	I	НЗ
	23	53	I	КП
13	17	58	I	ВТ
	18	05	II	НЗ
	18	34	III	ВТ
	18	52	I	НС
	20	10	I	СТ
	21	03	I	КС
	21	26	III	СТ
	22	14	III	НС
	22	28	II	КП
14	1	06	III	КС
	15	11	I	НЗ
	18	20	I	КП
15	12	26	I	ВТ
	12	43	II	ВТ
	13	18	I	НС
	14	31	II	НС
	14	38	I	СТ
	15	23	II	СТ
	15	30	I	КС

Ноябрь

	ч	м		
15	17	10	II	КС
16	9	40	I	НЗ
	12	46	I	КП
17	6	55	I	ВТ
	7	22	II	НЗ
	7	45	I	НС
	8	39	III	НЗ
	9	07	I	СТ
	9	56	I	КС
	11	32	III	КЗ
	11	37	II	КП
	12	04	III	НП
	14	58	III	КП
18	4	08	I	НЗ
	7	13	I	КП
19	1	23	I	ВТ
	2	02	II	ВТ
	2	11	I	НС
	3	35	I	СТ
	3	41	II	НС
	4	23	I	КС
	4	42	II	СТ
	6	21	II	КС
	22	37	I	НЗ
20	1	39	I	КП
	19	51	I	ВТ
	20	37	I	НС
	20	39	II	НЗ
	22	03	I	СТ
	22	33	III	ВТ
	22	49	I	КС
21	0	46	II	КП
	1	25	III	СТ
	1	39	III	НС
	4	32	III	КС
	17	05	I	НЗ
	20	06	I	КП
22	14	20	I	ВТ
	15	03	I	НС
	15	20	II	ВТ
	16	32	I	СТ
	16	50	II	НС
	17	15	I	КС
	18	00	II	СТ
	19	30	II	КС
23	11	34	I	НЗ
	14	32	I	КП

Ноябрь

	ч	м		
24	8	48	I	ВТ
	9	30	I	НС
	9	56	II	НЗ
	11	00	I	СТ
	11	42	I	КС
	12	38	III	НЗ
	13	54	II	КП
	18	22	III	КП
25	6	02	I	НЗ
	8	58	I	КП
26	3	17	I	ВТ
	3	56	I	НС
	4	39	II	ВТ
	5	29	I	СТ
	6	00	II	НС
	6	08	I	КС
	7	19	II	СТ
	8	40	II	КС
27	0	31	I	НЗ
	3	25	I	КП
	21	45	I	ВТ
	22	22	I	НС
	23	13	II	НЗ
	23	57	I	СТ
28	0	34	I	КС
	2	31	III	ВТ
	3	02	II	КП
	7	54	III	КС
	18	59	I	НЗ
	21	51	I	КП
29	16	13	I	ВТ
	16	48	I	НС
	17	57	II	ВТ
	18	26	I	СТ
	19	00	I	КС
	19	08	II	НС
	20	37	II	СТ
	21	48	II	КС
30	13	28	I	НЗ
	16	17	I	КП

—

Декабрь

	ч	м		
1	10	42	I	ВТ
	11	14	I	НС
	12	30	II	НЗ

Декабрь	ч	м		
1	12	54	I	СТ
	13	26	I	КС
	16	09	II	КП
	16	38	III	НЗ
	21	43	III	КП
2	7	57	I	НЗ
	10	43	I	КП
3	5	10	I	ВТ
	5	40	I	НС
	7	15	II	ВТ
	7	23	I	СТ
	7	52	I	КС
	8	17	II	НС
	9	56	II	СТ
	10	57	II	КС
4	2	25	I	НЗ
	5	09	I	КП
	23	39	I	ВТ
5	0	06	I	НС
	1	47	II	НЗ
	1	51	I	СТ
	2	18	I	КС
	5	17	II	КП
	6	30	III	ВТ
	8	19	III	НС
	9	25	III	СТ
	11	13	III	КС
	20	54	I	НЗ
	23	35	I	КП
6	18	07	I	ВТ
	18	32	I	НС
	20	20	I	СТ
	20	34	II	ВТ
	20	44	I	КС
	21	24	II	НС
	23	15	II	СТ
7	0	04	II	КС
	15	23	I	НЗ
	18	01	I	КП
8	12	36	I	ВТ
	12	58	I	НС
	14	48	I	СТ
	15	04	II	НЗ
	15	10	I	КС
	18	23	II	КП
	20	38	III	НЗ

Декабрь	ч	м		
9	1	01	III	КП
	9	51	I	НЗ
	12	27	I	КП
10	7	04	I	ВТ
	7	23	I	НС
	9	17	I	СТ
	9	36	I	КС
	9	52	II	ВТ
	10	32	II	НС
	12	33	II	СТ
	13	13	II	КС
11	4	20	I	НЗ
	6	53	I	КП
12	1	32	I	ВТ
	1	49	I	НС
	3	45	I	СТ
	4	02	I	КС
	4	21	II	НЗ
	7	30	II	КП
	10	29	III	ВТ
	11	36	III	НС
	13	25	III	СТ
	14	30	III	КС
	22	48	I	НЗ
13	1	19	I	КП
	20	01	I	ВТ
	20	15	I	НС
	22	14	I	СТ
	22	28	I	КС
	23	11	II	ВТ
	23	40	II	НС
14	1	52	II	СТ
	2	20	II	КС
	17	17	I	НЗ
	19	45	I	КП
15	14	29	I	ВТ
	14	41	I	НС
	16	42	I	СТ
	16	53	I	КС
	17	38	II	НЗ
	20	37	II	КП
16	0	37	III	НЗ
	4	16	III	КП
	11	46	I	НЗ
	14	11	I	КП
17	8	58	I	ВТ

Декабрь	ч	м		
17	9	07	I	НС
	11	11	I	СТ
	11	19	I	КС
	12	30	II	ВТ
	12	47	II	НС
	15	11	II	СТ
	15	27	II	КС
18	6	15	I	НЗ
	8	37	I	КП
19	3	26	I	ВТ
	3	32	I	НС
	5	39	I	СТ
	5	45	I	КС
	6	56	II	НЗ
	9	43	II	КП
	14	28	III	ВТ
	14	51	III	НС
	17	25	III	СТ
	17	45	III	КС
20	0	43	I	НЗ
	3	03	I	КП
	21	55	I	ВТ
	21	58	I	НС
21	0	08	I	СТ
	0	11	I	КС
	1	48	II	ВТ
	1	54	II	НС
	4	29	II	СТ
	4	35	II	КС
	19	12	I	НЗ
	21	29	I	КП
22	16	23	I	ВТ
	16	24	I	НС
	18	36	I	СТ
	18	37	I	КС
	20	13	II	НЗ
	22	49	II	КП
23	4	36	III	НП
	7	34	III	КЗ
	13	40	I	НП
	15	55	I	КЗ
24	10	50	I	НС
	10	52	I	ВТ
	13	03	I	КС
	13	05	I	СТ
	15	02	II	НС

Декабрь	ч	м		
24	15	07	II	ВТ
	17	42	II	КС
	17	48	II	СТ
25	8	06	I	НП
	10	24	I	КЗ
26	5	16	I	НС
	5	21	I	ВТ
	7	28	I	КС
	7	34	I	СТ
	9	20	II	НП
	12	07	II	КЗ
	18	06	III	НС
	18	28	III	ВТ
	21	00	III	КС
	21	26	III	СТ
27	2	32	I	НП
	4	53	I	КЗ
	23	42	I	НС
	23	49	I	ВТ
28	1	54	I	КС
	2	02	I	СТ
	4	09	II	НС
	4	25	II	ВТ
	6	49	II	КС
	7	06	II	СТ
	20	58	I	НП
	23	22	I	КЗ
29	18	07	I	НС
	18	18	I	ВТ
	20	20	I	КС
	20	31	I	СТ
	22	27	II	НП
30	1	24	II	КЗ
	7	51	III	НП
	11	34	III	КЗ
	15	24	I	НП
	17	50	I	КЗ
31	12	33	I	НС
	12	46	I	ВТ
	14	46	I	КС
	14	59	I	СТ
	17	17	II	НС
	17	44	II	ВТ
	19	57	II	КС
	20	25	II	СТ

МОМЕНТЫ ВЕРХНИХ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

I спутник (Ио)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Июль
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
0 1 24	2 16 12	1 5 27	2 2 23	1 10 11
1 19 51	4 10 41	2 23 57	3 20 53	3 4 41
3 14 18	6 5 10	4 18 26	5 15 24	4 23 11
5 8 46	7 23 38	6 12 56	7 9 54	6 17 41
7 3 13	9 18 07	8 7 25	9 4 24	8 12 12
8 21 40	11 12 36	10 1 55	10 22 54	10 6 42
10 16 08	13 7 05	11 20 25	12 17 24	12 1 12
12 10 35	15 1 34	13 14 54	14 11 54	13 19 42
14 5 03	16 20 03	15 9 24	16 6 25	15 14 12
15 23 31	18 14 32	17 3 54	18 0 55	17 8 42
17 17 59	20 9 01	18 22 24	19 19 25	19 3 13
19 12 27	22 3 30	20 16 54	21 13 55	20 21 43
21 6 55	23 21 59	22 11 23	23 8 26	22 16 13
23 1 23	25 16 29	24 5 53	25 2 56	24 10 43
24 19 51	27 10 58	26 0 23	26 21 26	26 5 13
26 14 19	— — —	27 18 53	28 15 57	27 23 43
28 8 47	— — —	29 13 23	30 10 27	29 18 13
30 3 16	— — —	31 7 53	— — —	31 12 43
31 21 44	— — —	— — —	— — —	— — —

Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
2 7 13	1 9 36	1 11 46	2 8 05	2 9 36
4 1 42	3 4 05	3 6 14	4 2 32	4 4 02
5 20 12	4 22 34	5 0 43	5 20 59	5 22 28
7 14 42	6 17 04	6 19 11	7 15 26	7 16 54
9 9 12	8 11 33	8 13 39	9 9 52	9 11 20
11 3 42	10 6 02	10 8 07	11 4 19	11 5 46
12 22 12	12 0 31	12 2 35	12 22 46	13 0 12
14 16 41	13 19 00	13 21 03	14 17 12	14 18 38
16 11 11	15 13 29	15 15 30	16 11 39	16 13 04
18 5 40	17 7 57	17 9 58	18 6 06	18 7 30
20 0 10	19 2 26	19 4 26	20 0 32	20 1 55
21 18 40	20 20 55	20 22 53	21 18 58	21 20 21
23 13 09	22 15 23	22 17 21	23 13 25	23 14 47
25 7 39	24 9 52	24 11 48	25 7 51	25 9 13
27 2 08	26 4 21	26 6 16	27 2 17	27 3 39
28 20 37	27 22 49	28 0 43	28 20 43	28 22 05
30 15 07	29 17 18	29 19 10	30 15 10	30 16 31
— — —	— — —	31 13 38	— — —	32 10 57

II спутник (Европа)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Июль
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
1 9 13	2 8 25	2 19 03	3 19 34	1 19 21
4 22 25	5 21 42	6 8 25	7 8 59	5 8 46
8 11 37	9 11 01	9 21 47	10 22 24	8 22 11
12 0 51	13 0 19	13 11 10	14 11 50	12 11 36
15 14 04	16 13 39	17 0 33	18 1 15	16 1 00
19 3 19	20 2 59	20 13 57	21 14 41	19 14 25
22 16 34	23 16 20	24 3 21	25 4 07	23 3 49
26 5 51	27 5 41	27 16 45	28 17 33	26 17 12
29 19 07	— — —	31 6 10	— — —	30 6 36
Август	**Сентябрь**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
2 19 59	3 20 14	2 6 38	3 5 40	1 14 52
6 9 22	7 9 33	5 19 54	6 18 51	5 3 59
9 22 45	10 22 53	9 9 09	10 8 01	8 17 06
13 12 07	14 12 11	12 22 24	13 21 11	12 6 12
17 1 29	18 1 30	16 11 38	17 10 20	15 19 19
20 14 51	21 14 47	20 0 52	20 23 29	19 8 25
24 4 12	25 4 05	23 14 05	24 12 37	22 21 32
27 17 33	28 17 22	27 3 17	28 1 45	26 10 38
31 6 53	— — —	30 16 29	— — —	29 23 44

III спутник (Ганимед)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Июль
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
5 21 23	3 12 30	4 4 49	1 22 02	4 8 14
13 1 01	10 16 29	11 9 03	9 2 26	11 12 42
20 4 46	17 20 32	18 13 20	16 6 51	18 17 08
27 8 35	25 0 39	25 17 41	23 11 18	25 21 33
— — —	— — —	— — —	30 15 46	— — —
Август	**Сентябрь**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
2 1 56	6 23 20	5 15 30	3 6 29	1 20 16
9 6 18	14 3 28	12 19 23	10 10 02	8 23 34
16 10 37	21 7 32	19 23 10	17 13 31	16 2 49
23 14 55	28 11 33	27 2 52	24 16 55	23 6 04
30 19 09	— — —	— — —	— — —	30 9 19

IV спутник (Каллисто)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Июль
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
5 15 16	8 1 16	13 14 59	16 7 11	9 15 13
22 7 45	24 19 44	30 10 52	—	26 11 45
Август	**Сентябрь**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
12 7 56	14 22 43	1 17 00	4 2 44	7 8 36
29 3 38	— — —	18 10 22	20 18 05	23 22 41

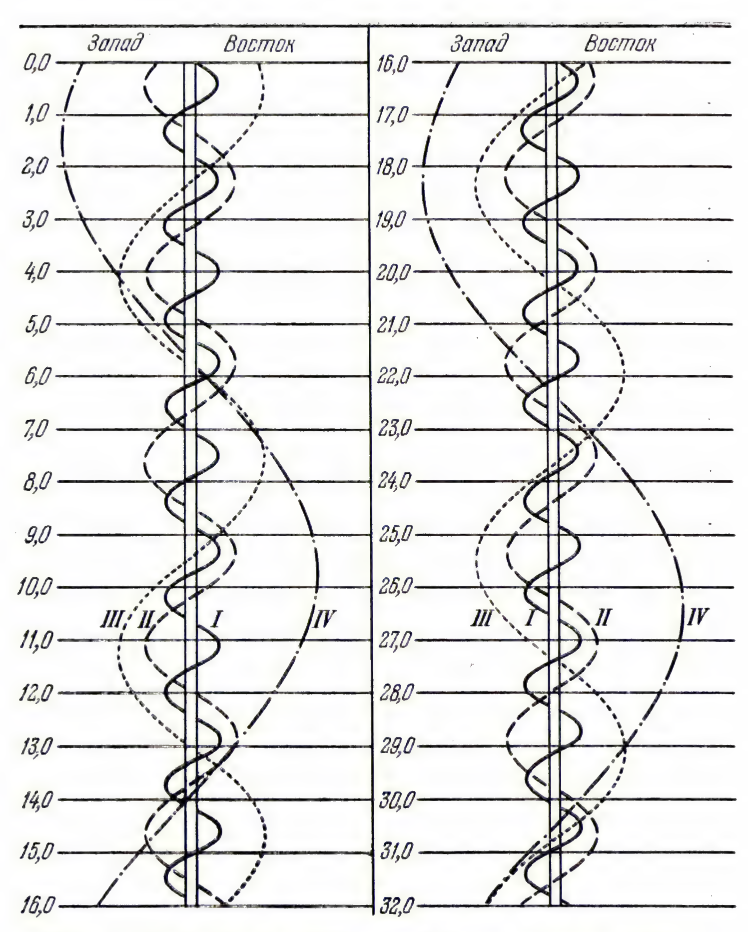


Рис. 11. Конфигурации спутников Юпитера в январе 1977 г.

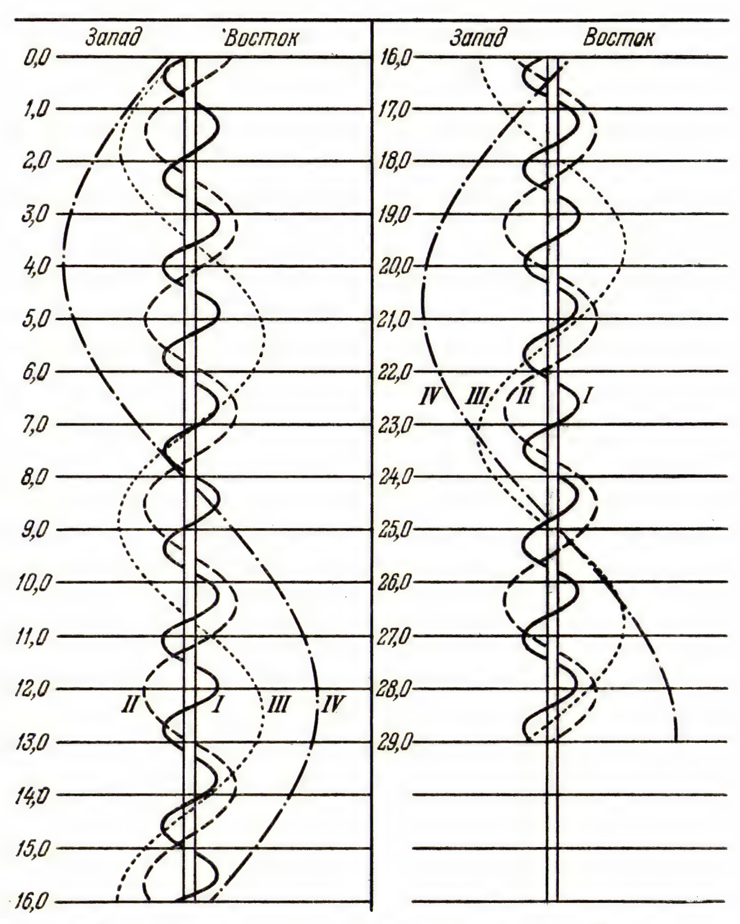


Рис. 12. Конфигурации спутников Юпитера в феврале 1977 г.

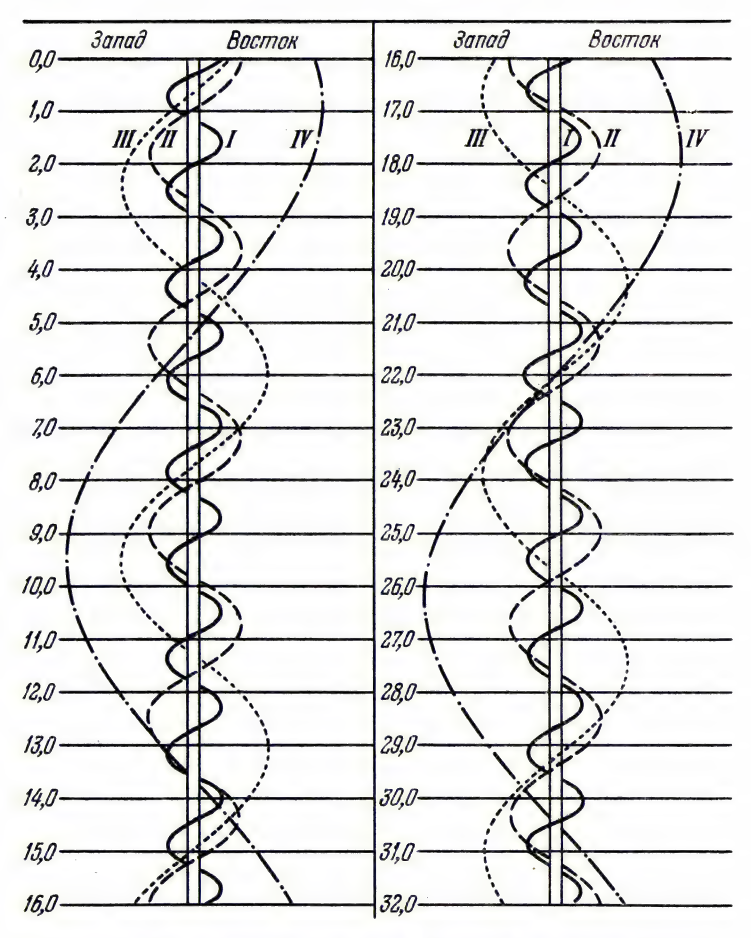


Рис. 13. Конфигурации спутников Юпитера в марте 1977 г.

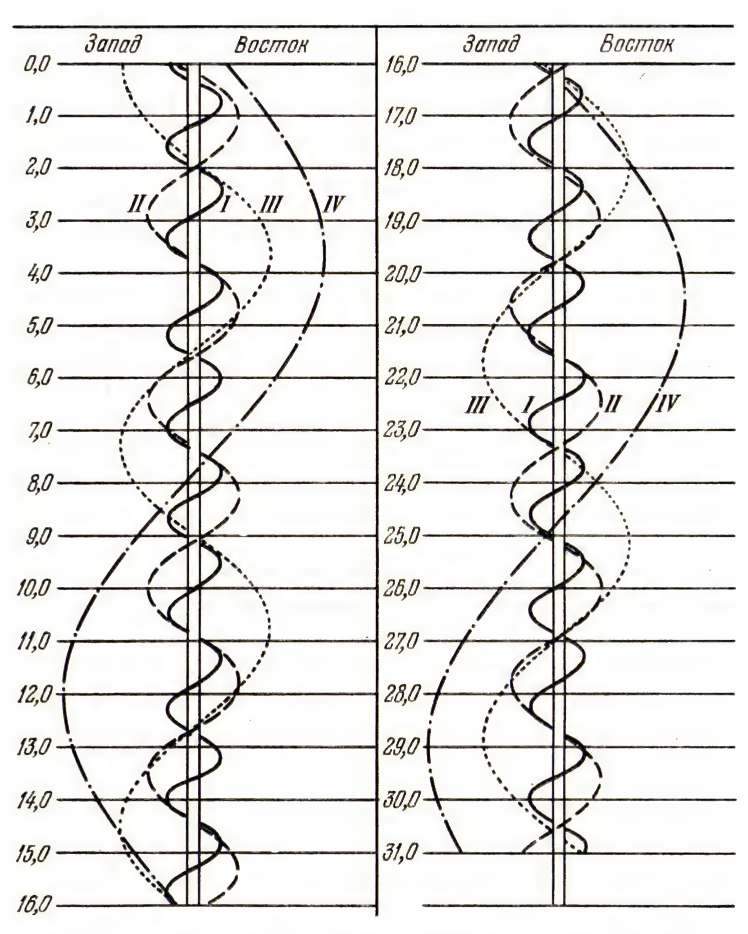


Рис. 14. Конфигурации спутников Юпитера в апреле 1977 г.

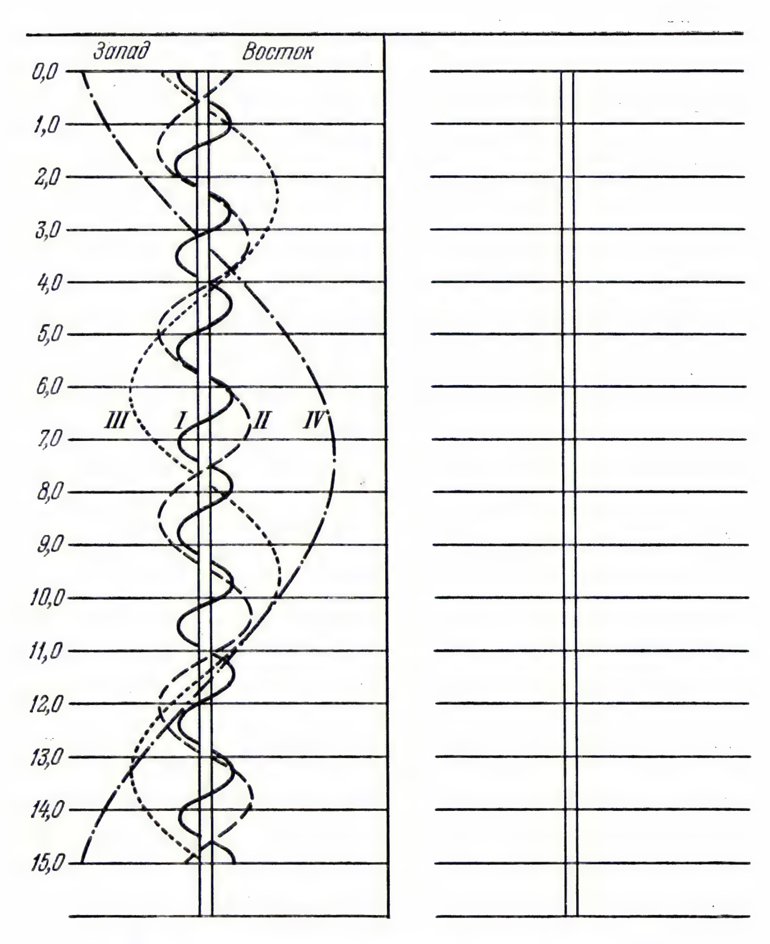


Рис. 15. Конфигурации спутников Юпитера в мае 1977 г.

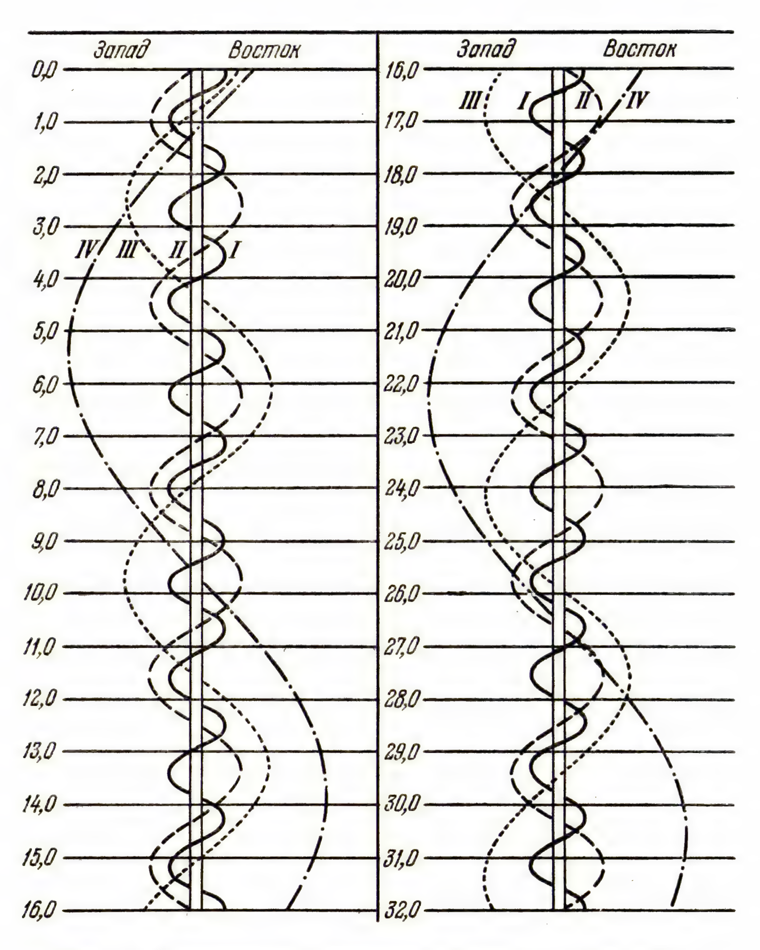


Рис. 16. Конфигурации спутников Юпитера в июле 1977 г.

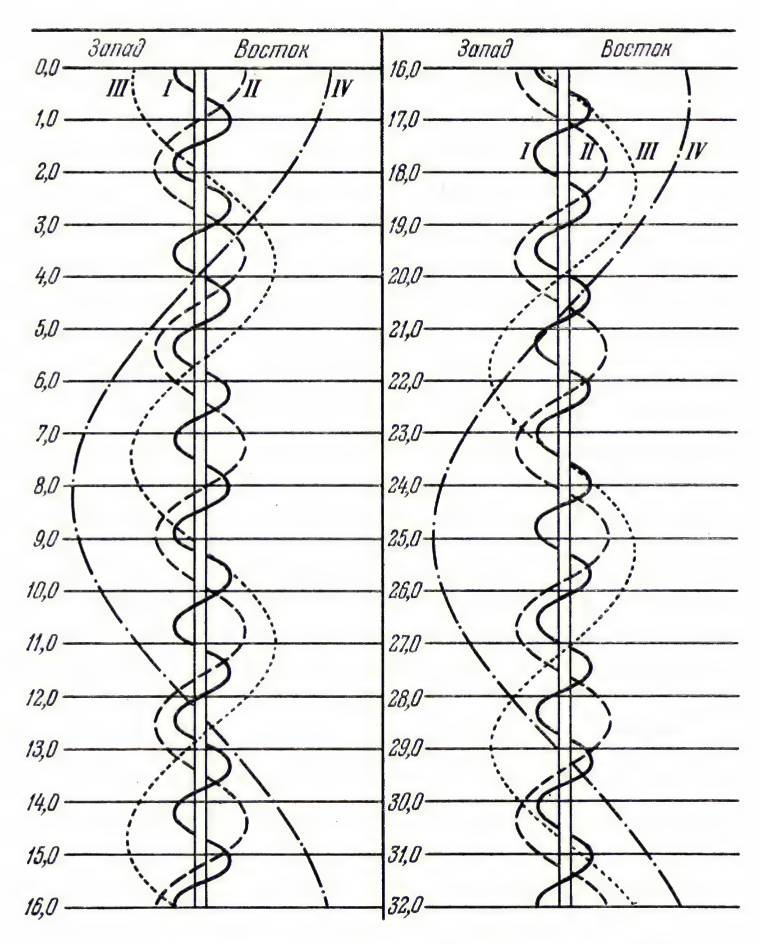


Рис. 17. Конфигурации спутников Юпитера в августе 1977 г.

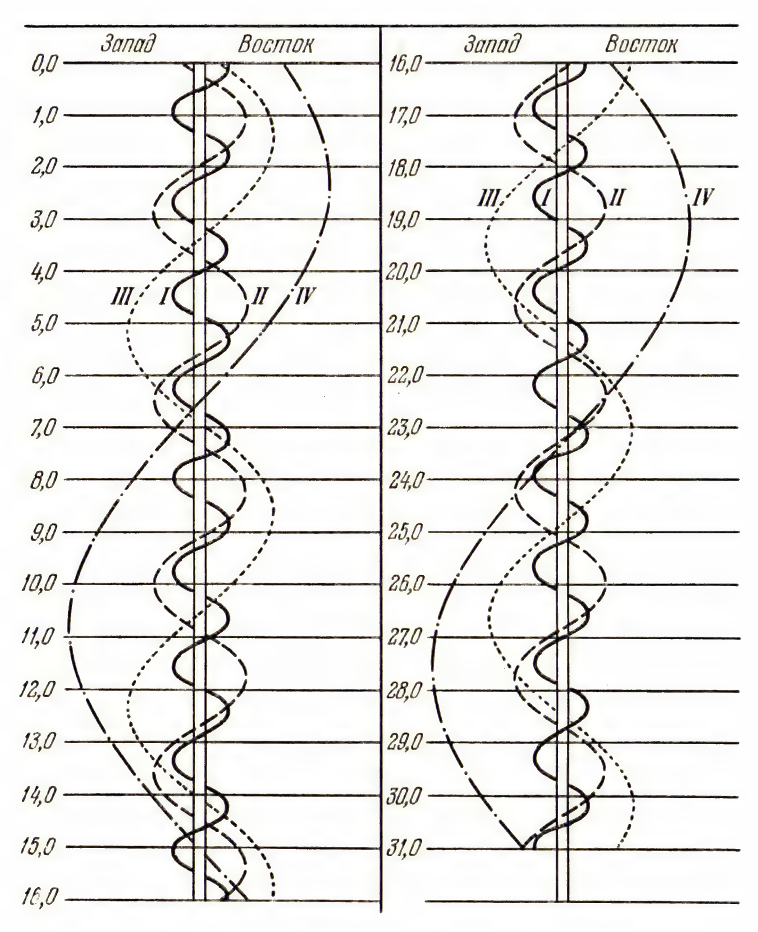


Рис. 18. Конфигурации спутников Юпитера в сентябре 1977 г.

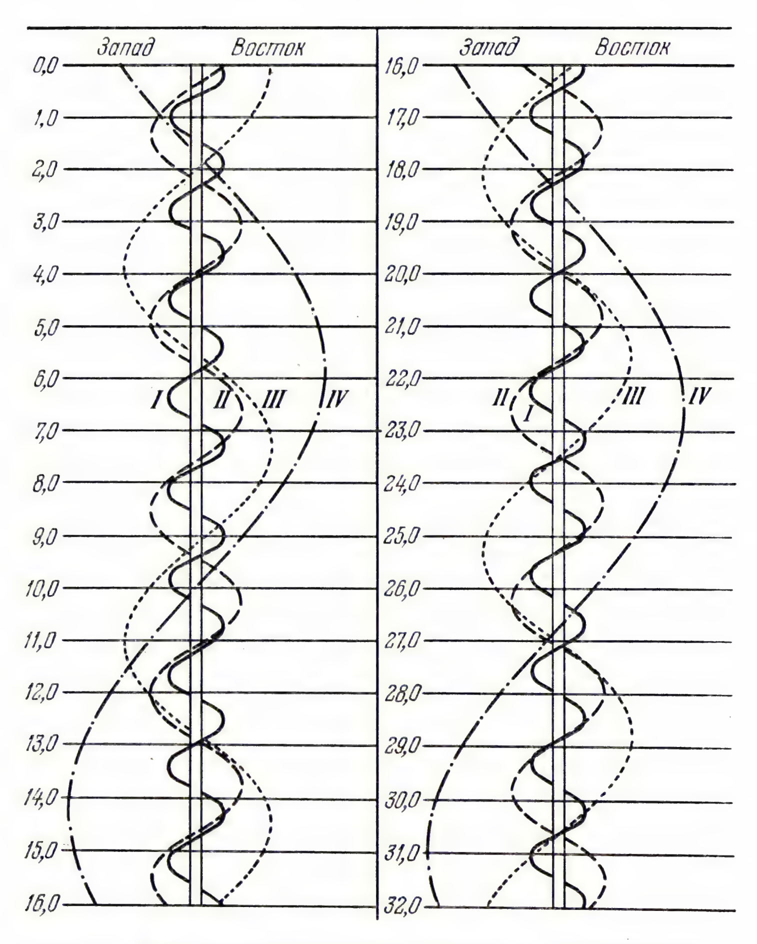


Рис. 19. Конфигурации спутников Юпитера в октябре 1977 г.

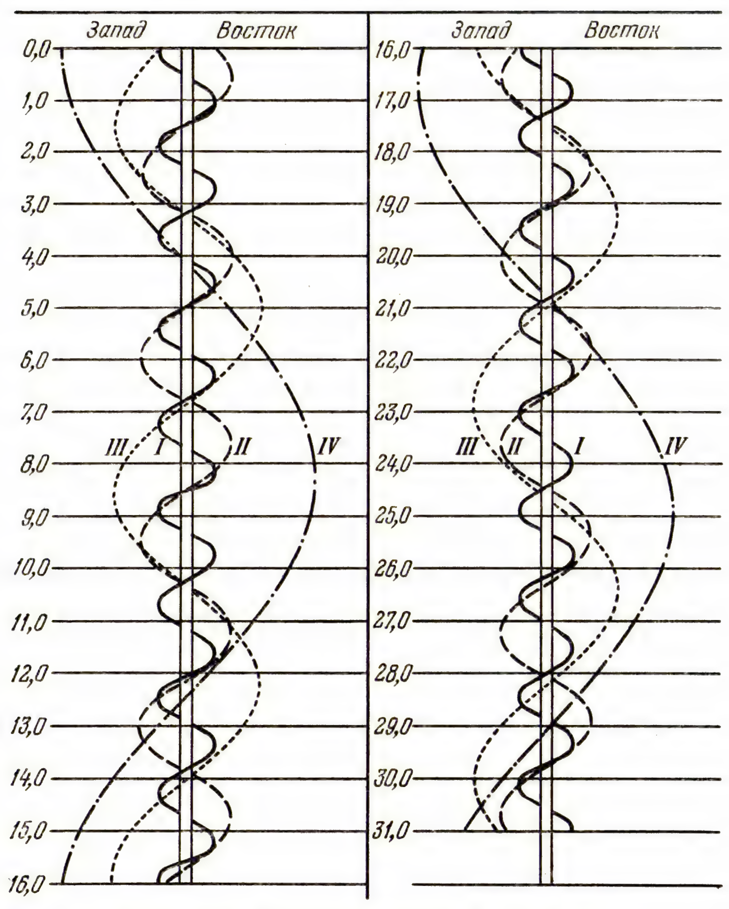


Рис. 20. Конфигурации спутников Юпитера в ноябре 1977 г.

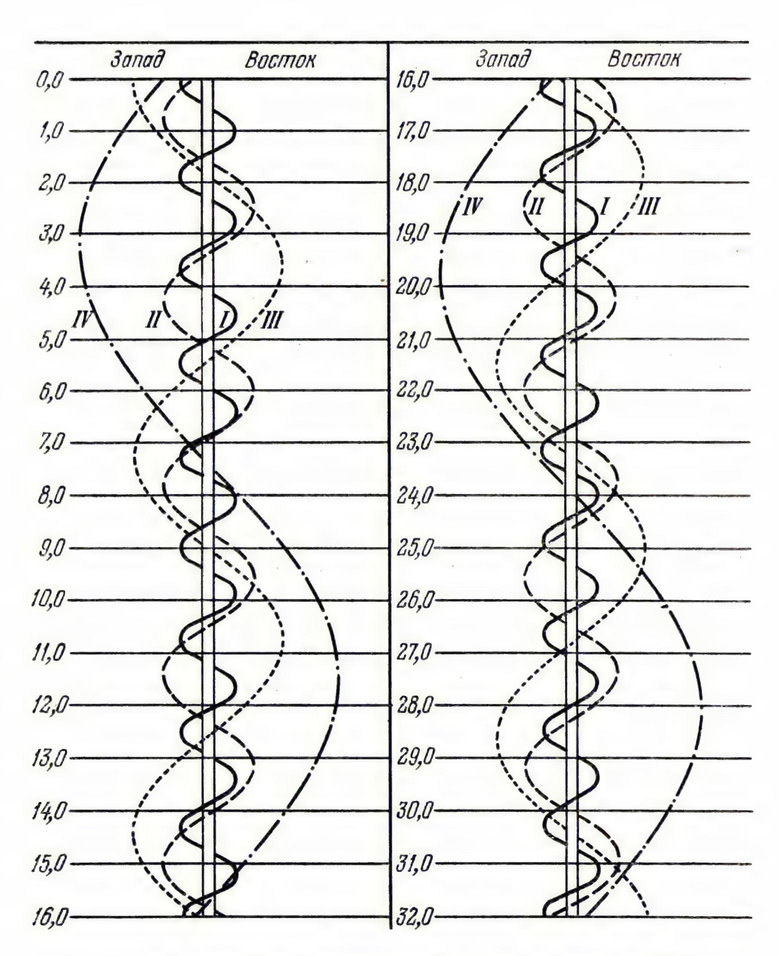


Рис. 21. Конфигурации спутников Юпитера в декабре 1977 г.

КОМЕТЫ

В 1977 г. ожидается прохождение через перигелий следующих периодических комет, наблюдавшихся при двух и более появлениях:

Комета	Последнее обозначение	Период (в годах)	Дата прохождения через перигелий	Блеск в последнее появление
Дю Туа — Неуймина — Дельпорта	1970 XIII	6,306	Январь 28	19^m
Фая	1969 VI	7,40	Март 1	11,5
Копфа	1970 XI	6,415	Март 3	14
Вольфа — Харрингтона	1971 VI	6,55	Март 19	21
Грига — Шьелерупа	1972 II	5,121	Апрель 17	17,5
Энке	1974 V	3,300	Август 16	8,8

Как можно видеть из последнего столбца таблицы, большинство ожидаемых комет слишком слабы для их наблюдений любительскими средствами. Астрономические кружки и отделения ВАГО, имеющие в своем распоряжении телескопы не менее 130 *мм* диаметром, могут попытаться найти кометы Фая и Энке вблизи дат их прохождения через перигелий с помощью эфемерид, которые можно запросить на кафедре астрономии КГУ (Киев, 53, Обсерваторная ул., д. 3). Инструкция для наблюдений комет опубликована в «Постоянной части Астрономического Календаря», 6-е издание, «Наука», 1973.

МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ

В 1977 г. для наблюдений с любительскими телескопами будут доступны три малые планеты — Веста, Паллада и Церера.

(2) ПАЛЛАДА, противостояние 1 февраля 1977 г.

1976/77	α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m
	ч м	° ′			
Декабрь 18	9 13,1 м	—25 24 ′	2,129	1,591	8,6
28	9 13,9$^{+0,7}$	—26 03^{-39}	2,128	1,503	8,4
Январь 7	9 11,6$^{-2,3}$	—26 04^{-1}	2,127	1,423	8,3
17	9 06,7$^{-4,9}$	—25 16^{+48}	2,129	1,354	8,1
27	8 59,9$^{-6,8}$	—23 31^{+105}	2,132	1,300	7,9
Февраль 6	8 52,3$^{-7,6}$	—20 48^{+163}	2,136	1,265	7,8
16	8 45,3$^{-7,0}$	—17 12^{+216}	2,142	1,254	7,8
26	8 40,1$^{-5,2}$	—13 01^{+251}	2,149	1,267	7,8
Март 8	8 37,6$^{-2,5}$	— 8 35^{+266}	2,158	1,307	8,0
18	8 38,1$^{+0,5}$	— 4 15^{+260}	2,168	1,371	8,1

Эфемериды этих планет вычислены с учетом возмущений. В таблицах через каждые 10 дней около эпохи противостояний приведены координаты α и δ и их десятидневные изменения, фотографическая звездная величина m, расстояния планеты от Солнца r и от Земли Δ, причем r и Δ выражены в астрономических единицах.

(4) ВЕСТА, противостояние 9 января 1977 г.

1976/77	α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m
	ч м	° ′			
Ноябрь 28	7 50,9 м	+20 07 ′	2,550	1,805	8,1
Декабрь 8	7 47,9 $^{-3,0}$	+20 38 $^{+31}$	2,546	1,707	7,9
18	7 41,7 $^{-6,2}$	+21 20 $^{+42}$	2,541	1,628	7,7
28	7 32,9 $^{-8,8}$	+22 09 $^{+49}$	2,536	1,574	7,5
Январь 7	7 22,4 $^{-10,5}$	+23 00 $^{+51}$	2,530	1,548	7,3
17	7 11,2 $^{-11,2}$	+23 49 $^{+49}$	2,525	1,550	7,4
27	7 01,0 $^{-10,2}$	+24 31 $^{+42}$	2,519	1,582	7,6
Февраль 6	6 53,0 $^{-8,0}$	+25 05 $^{+34}$	2,512	1,638	7,8
16	6 47,9 $^{-5,1}$	+25 30 $^{+25}$	2,505	1,717	8,0
26	6 46,0 $^{-1,9}$	+25 48 $^{+18}$	2,498	1,812	8,2

(1) ЦЕРЕРА, противостояние 31 марта 1977 г.

1977	α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m
	ч м	° ′			
Февраль 16	13 00,9 м	+10 12 ′	2,567	1,774	7,9
26	12 58,4 $^{-2,5}$	+11 11 $^{+59}$	2,570	1,699	7,7
Март 8	12 53,3 $^{-5,1}$	+12 15 $^{+64}$	2,573	1,644	7,5
18	12 46,1 $^{-7,2}$	+13 15 $^{+60}$	2,577	1,614	7,4
28	12 37,7 $^{-8,4}$	+14 03 $^{+48}$	2,581	1,610	7,4
Апрель 7	12 29,1 $^{-8,6}$	+14 33 $^{+30}$	2,585	1,632	7,5
17	12 21,5 $^{-7,6}$	+14 40 $^{+7}$	2,590	1,679	7,7
27	12 15,5 $^{-6,0}$	+14 24 $^{-16}$	2,595	1,748	7,8
Май 7	12 11,7 $^{-3,8}$	+13 46 $^{-38}$	2,600	1,836	8,0
17	12 10,5 $^{-1,2}$	+12 50 $^{-56}$	2,605	1,939	8,2

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

В Календаре даны элементы для 118 переменных звезд, блеск которых изменяется более или менее регулярно с определенным средним периодом. Эти звезды достигают в максимуме 7-й звездной величины и могут наблюдаться в призменный бинокль или небольшую зритель-

ную трубу. В таблицах даны сведения о 28 цефеидах, 35 затменных переменных и 56 долгопериодических переменных звездах. В элементах для цефеид приведены моменты первого в 1977 г. максимума, а для затменных звезд — первого в году минимума блеска. Периоды для этих звезд даются с четырьмя десятичными знаками, что достаточно для предвычисления моментов в течение одного года. Чтобы предвычислить эпоху максимума или минимума по элементам, нужно умножить период на некоторое целое число и прибавить произведение к начальной эпохе, приведенной в таблице. Для восьми затменных звезд эпохи минимумов предвычислены и даны в таблицах. Для трех короткопериодических звезд (S Насоса, i Волопаса, V 1010 Змееносца) моменты минимумов предвычислены на первое число каждого месяца. Данные для вычислений эпох и элементы взяты из третьего издания «Общего каталога переменных звезд» (изд. АН СССР) и двух дополнений к нему (изд. АН СССР). Моменты даны по всемирному времени. Начальная эпоха в таблицах выражена в юлианских днях (см. таблицы эфемерид Солнца). Началом юлианского дня является средний гринвичский полдень предшествующего по числу дня. Так, минимум Алголя (β Персея), третий по счету в 1977 г., приходится на Ю. Д. 2443149, 90, что соответствует 6 января 9 часам всемирного времени, хотя 2443149 соответствует по таблице юлианских дней 5 января 1977 г. Чтобы получить момент наблюдений в юлианских днях, нужно из момента, выраженного во всемирном времени, вычесть 12 часов. При этом моменты до 12 часов дня оказываются отнесенными к предшествующему числу, по которому и вычисляется юлианский день. Для моментов после 12 часов дня соответствие юлианских дней и календарных чисел сохраняется.

Большинство из приведенных в списках звезд обладает регулярными или неправильными изменениями периодов, что может создать некоторые отклонения наблюдаемых моментов от предвычисленных по таблицам. Поэтому первой задачей наблюдателя является определение эпохи максимума или минимума блеска. Наблюдения следует начинать для короткопериодических переменных звезд за несколько часов до предвычисленного момента, а для долгопериодических звезд — за месяц и ранее до предвычисленного максимума. Обычно звезды типа Миры Кита в минимумах слабы и недоступны для небольших инструментов. Наблюдения таких звезд следует начинать сразу, как только звезда станет видимой. Заканчивать наблюдения можно после того как будет полностью пронаблюден максимум (или минимум у затменных звезд) и на кривой блеска четко наметятся области вокруг максимума или минимума. Наблюдения для построения всей кривой блеска ведутся в течение всего цикла изменения блеска. Такие наблюдения следует проводить после приобретения некоторого опыта в оценках блеска, особенно для цефеид и затменных звезд типа β Лиры, у которых блеск изменяется в течение всего периода (β Лиры, u Геркулеса, V 367 Лебедя). Для первого знакомства с наблюдениями переменных звезд нужно выбирать яркие звезды с большими амплитудами изменения блеска.

Список полуправильных и неправильных переменных звезд, составленный на основании второго издания «Общего каталога переменных звезд», приведен в Астрономическом Календаре на 1960 г. и дополнен в Астрономическом Календаре на 1969 г. Карты окрестностей для вновь включенных полуправильных и неправильных переменных звезд даны в Астрономическом Календаре на 1969 и 1970 гг. Следует иметь в виду, что эти звезды обычно сильно окрашены и звезды сравнения должны подбираться такого же цвета, как и переменная звез-

да. Инструкция для наблюдений переменных звезд опубликована в «Постоянной части» Астрономического Календаря.

С 1969 г. в Астрономическом Календаре печатались карты окрестностей переменных звезд. В таблицах во втором столбце даны ссылки на карты. Например, у звезды TU Кассиопеи индекс АК70 означает, что карта окрестностей TU Кассиопеи дана в Астрономическом Календаре на 1970 г.

Результаты наблюдений и сами наблюдения следует сообщать в Отдел переменных звезд Московского отделения ВАГО или в Комиссию по переменным звездам при Астросовете АН СССР (117234, Москва В-234, Ленинские горы, ГАИШ, Отдел переменных звезд).

ПРАВИЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРИЗМЕННЫЙ БИНОКЛЬ

Название звезды	Карта	α (1950,0)	δ (1950,0)	Звездная величина макс.	Звездная величина мин.	Элементы (максимумы блеска)
Цефеиды						
		ч м	° ′	m	m	д д
TU Кассиопеи	AK70	00 23,6	+51 00	6,9	8,0	2443144,75+ 2,1393E
SU Кассиопеи	AK69	02 47,5	+68 41	5,7	6,1	43144,76+ 1,9493E
SZ Тельца	AK69	04 34,3	+18 27	6,4	6,9	43145,88+ 3,1488E
T Единорога	AK70	06 22,5	+07 07	5,6	6,4	43161,64+27,0205E
RT Возничего	AK69	06 25,4	+30 32	5,1	5,8	43147,53+ 3,7279E
W Близнецов	AK70	06 32,1	+15 22	6,7	7,5	43151,40+ 7,9141E
ζ Близнецов	AK71	07 01,2	+20 39	3,6	4,1	43146,48+10,1508E
BF Змееносца	AK71	17 03,0	—26 31	7,0	7,8	43145,87+ 4,0678E
X Стрельца	AK71	17 44,4	—27 49	4,1	4,8	43146,42+ 7,0122E
Y Змееносца	AK71	17 49,9	—06 08	5,8	6,3	43157,78+17,1232E
W Стрельца	AK71	18 01,8	—29 35	4,2	5,0	43146,50+ 7,5947E
AP Стрельца	AK71	18 10,0	—23 08	6,5	7,3	43146,88+ 5,0579E
Y Стрельца	AK71	18 18,4	—18 53	5,4	6,1	43146,70+ 5,7734E
U Стрельца	AK71	18 29,0	—19 10	6,2	6,9	43149,40+ 6,7449E
V350 Стрельца	AK71	18 42,3	—20 42	7,0	7,8	43146,49+ 5,1542E
YZ Стрельца	AK71	18 46,6	—16 47	6,9	7,7	43147,39+ 9,5534E
BB Стрельца	AK71	18 48,0	— 20 22	6,6	7,1	43148,41+ 6,6370E
FF Орла	AK71	18 56,8	+17 18	5,2	5,6	43145,82+ 4,4710E
TT Орла	AK71	19 05,7	+01 13	6,4	7,5	43150,58+13,7546E
U Орла	AK73	19 26,7	—07 09	6,0	6,8	43147,33+ 7,0239E
SU Лебедя	AK71	19 42,8	+29 09	6,4	7,0	43144,67+ 3,8457E
η Орла	AK73	19 49,9	+00 52	3,5	4,3	43146,29+ 7,1766E
SV Лисички	AK71	19 49,5	+27 20	6,6	7,8	43177,72+ 45,035E
S Стрелы	AK71	19 53,8	+16 30	5,2	6,0	43148,38+ 8,3822E
X Лебедя	AK71	20 41,4	+35 24	5,8	6,9	43158,86+16,3866E
T Лисички	AK71	20 49,3	+28 04	5,4	6,1	43146,97+ 4,4356E
DT Лебедя	AK71	21 04,4	+30 59	5,6	6,0	43145,15+ 2,4993E
δ Цефея	AK73	22 27,3	+58 10	3,5	4,3	43148,32+ 5,3663E

Название звезды	Карта	α	δ	Звездная величина макс.	Звездная величина мин.	Элементы (минимумы блеска)
		1950,0				
Затменные переменные звезды						
		ч м	° ′	m	m	д д
YZ Кассиопеи	АК73	00 42,3	+74 43	5,6	6,0	2443144,69+ 4,4672E
U Цефея	АК73	00 57,8	+81 36	6,6	9,8	43145,45+ 2,4930E
RZ Кассиопеи	АК69	02 44,4	+69 26	6,5	8,0	43145,32+ 1,1952E
β Персея	—	03 04,9	+40 46	2,2	3,5	43147,03+ 2,8674E
λ Тельца	—	03 57,9	+12 21	3,8	4,2	43145,33+ 3,9530E
AG Персея	АК73	04 03,7	+33 19	6,6	6,9	43146,25+ 2,0287E
HU Тельца	АК69	04 35,3	+20 35	6,0	6,8	43146,54+ 2,0563E
ζ Возничего	—	04 59,0	+41 00	4,4	5,0	44219 +972,16E
CD Тельца	АК73	05 14,6	+20 05	7,1	7,7	43144,62+ 3,4351E
AR Возничего	—	05 15,0	+33 43	5,8	6,5	43144,63+ 4,1347E
VV Ориона	—	05 31,0	—01 11	5,3	5,7	43145,32+ 1,4854E
RR Рыси	АК73	06 22,3	+56 19	5,6	6,0	43148,66+ 9,9451E
WW Возничего	АК69	06 29,2	+32 30	5,7	6,4	43146,61+ 2,5250E
UW Б. Пса	—	07 16,6	—24 28	4,9	5,2	43144,70+ 4,3934E
R Б. Пса	АК73	07 17,2	—16 18	5,9	6,5	43145,46+ 1,1359E
S Насоса	АК73	09 30,1	—28 24	6,4	6,8	43145,04+ 0,6483E
TX Б. Медведицы	АК73	10 42,4	+45 50	6,8	8,8	43144,89+ 3,0632E
ZZ Волопаса	—	13 53,9	+26 10	6,8	7,5	43148,34+ 4,9917E
δ Весов	—	14 58,3	—08 19	4,9	5,9	43144,55+ 2,3274E
i Волопаса	АК73	15 02,1	+47 51	5,9	6,5	43144,73+ 0,2678E
V1010 Змееносца	АК69	16 46,6	—15 35	6,2	7,0	43145,17+ 0,6614E
U Змееносца	—	17 14,0	+01 16	5,8	6,5	43144,95 + 1,6773E
u Геркулеса	—	17 15,5	+33 09	4,6	5,4	43146,42+ 2,0510E
V356 Стрельца	АК71	18 44,9	—20 20	6,8	7,6	43152,77+ 8,8961E
β Лиры	—	18 48,2	+33 18	3,3	4,2	43169,27+12,9081E
RS Лисички	АК71	19 15,6	+22 21	6,9	7,9	43147,18+ 4,4777E
V822 Орла	АК73	19 28,7	—02 13	6,9	7,3	43149,37+ 5,2951E
V505 Стрельца	—	19 50,3	—14 44	6,5	7,6	43145,14+ 1,1829E
V367 Лебедя	АК71	20 46,1	+39 06	6,9	7,6	43155,76+18,5972E
Y Лебедя	АК71	20 50,1	+34 28	7,0	7,6	43147,18+ 2,9963E
DV Водолея	—	20 55,9	—14 41	6,0	6,6	43144,72+ 1,5755E
GK Цефея	АК69	21 30,4	+70 36	6,9	7,5	43145,26+ 0,9362E
EE Пегаса	—	21 37,6	+08 57	6,9	7,5	43145,92+ 2,6282E
DX Водолея	—	21 59,7	—17 12	6,2	7,0	43145,04+ 0,9450E
AR Ящерицы	—	22 06,6	+45 30	6,9	7,7	43144,57+ 1,9832E

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ (ТИПА МИРЫ КИТА) ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРИЗМЕННЫЙ БИНОКЛЬ

Название звезды	Карта	α	δ	Звездная величина		Период	Эпохи максимумов в 1977 г.
		1950,0		макс.	мин.		
		ч м	° ′	*m*	*m*	д	
R Андромеды		00 21,4	+38 18	6,1	14,9	408,9	25 декабря
R Рыб		01 28,1	+02 37	7,1	14,8	344,0	27 января, 6 января 1978 г.
W Андромеды		02 14,4	+44 04	6,7	14,5	396,3	20 декабря 1976 г.; 20 января 1978 г.
o Кита		02 16,8	—03 12	2,0	10,1	331,6	3 декабря 1976 г., 31 октября 1977 г.
U Кита		02 31,3	—13 22	6,8	13,4	234,7	12 июня
R Треугольника		02 34,0	+34 03	5,5	12,6	266,4	8 июля
U Овна		03 08,3	+14 37	5,4	13,4	371,1	2 марта
R Зайца		04 57,3	—14 53	5,9	10,5	432,5	5 октября
R Возничего		05 13,3	+53 32	6,7	13,7	458,4	27 января
U Ориона		05 52,9	+20 10	5,3	12,6	372,4	12 сентября
V Единорога		06 20,2	—02 10	6,0	13,7	334,7	28 апреля
R Рыси		06 57,2	+55 24	7,2	14,0	378,9	24 мая
R Близнецов	АК71	07 04,4	+22 47	6,0	14,0	369,8	19 июня
S М.Пса		07 30,0	+08 26	7,0	13,2	332,2	5 января, 3 декабря
Z Кормы		07 30,6	—20 33	7,2	14,6	499,7	3 декабря
R Рака		08 13,8	+11 53	6,2	11,8	361,4	13 января 1977 г., 9 января 1978 г.
T Гидры		08 53,2	—08 57	7,2	13,2	288,3	2 июня
R М.Льва		09 42,6	+34 45	6,3	13,2	371,0	4 марта
R Льва		09 44,9	+11 40	4,4	11,3	312,6	22 апреля
R Б.Медведицы		10 41,1	+69 02	6,7	13,4	301,8	12 марта 1977 г., 8 января 1978 г.
R Ворона		12 17,0	—18 59	6,7	14,4	316,9	12 сентября
SS Девы		12 22,7	+01 03	6,0	9,6	354,7	2 января, 22 декабря
T Б.Медведицы		12 34,1	+59 46	6,6	13,4	256,5	5 июня
R Девы		12 35,9	+07 16	6,2	12,1	145,6	25 февраля, 21 июля, 13 декабря

Название звезды	Карта	α	δ	Звездная величина макс.	Звездная величина мин.	Период	Эпохи максимумов в 1977 г.
		1950,0					
		ч м	° ′	m	m	д	
R Гидры		13 27,0	—23 02	4,0	10,0	388,0	31 января
S Девы		13 30,4	—06 56	6,3	13,2	378,1	16 апреля
RS Девы		14 24,8	+04 54	7,0	14,4	352,8	5 мая
R Волопаса		14 35,0	+26 57	6,7	12,8	223,4	13 февраля, 24 сентября
S Сев. Короны		15 19,4	+31 33	6,6	14,0	360,3	25 января 1977 г., 20 января 1978 г.
RS Весов		15 21,4	—22 44	7,0	13,0	217,6	12 марта
V Сев. Короны		15 47,7	+39 43	6,9	12,2	357,9	17 октября
R Змеи		15 48,4	+15 17	5,7	14,4	356,4	22 августа
RU Геркулеса		16 08,1	+25 12	6,9	14,3	485,2	25 ноября
U Геркулеса		16 23,6	+19 00	6,5	13,4	405,6	16 июля
R Дракона	АК70	16 32,5	+66 52	6,9	13,0	245,4	26 мая, 26 января 1978 г.
S Геркулеса		16 49,6	+15 02	7,0	13,8	307,6	14 марта, 15 января 1978 г.
R Змееносца		17 04,9	—16 02	7,0	13,6	302,4	11 августа
T Дракона		17 55,6	+58 13	7,2	13,5	421,7	28 января 1978 г.
T Геркулеса		18 07,2	+31 01	6,8	13,6	165,0	25 января, 9 июля, 21 декабря
X Змееносца		18 35,9	+08 47	5,9	9,2	334,2	10 января, 10 декабря
R Орла		19 03,9	+08 09	5,7	12,0	293,0	7 апреля, 25 января 1978 г.
R Стрельца	АК71	19 13,8	—19 24	6,7	12,8	268,6	11 июля
R Лебедя		19 35,5	+50 05	6,5	14,2	426,5	12 июня
RT Лебедя		19 42,2	+48 40	6,4	12,7	190,2	11 апреля, 18 октября
χ Лебедя	АК71	19 48,6	+32 47	3,3	14,2	406,8	29 июня
RR Стрельца		19 52,8	—29 20	5,6	14,0	334,4	18 ноября
U Лебедя		20 18,0	+47 44	6,7	11,4	465,1	18 февраля
T Водолея		20 47,3	—05 20	7,2	14,2	201,6	31 декабря 1976 г., 20 июля 1977 г.
T Цефея	АК69	21 08,9	+68 17	5,4	11,0	387,9	14 августа
V Пегаса		21 58,5	+05 53	7,0	15,0	302,3	20 мая
R Пегаса		23 04,1	+10 16	7,1	13,8	378,0	10 марта
V Кассиопеи		23 09,5	+59 26	7,3	12,8	228,4	7 февраля, 23 сентября
R Водолея		23 41,2	—15 34	5,8	11,5	386,9	24 января
R Кассиопеи	АК70	23 55,9	+51 07	5,5	13,0	430,9	2 марта
W Кита		23 59,6	—14 57	7,1	14,6	351,1	21 декабря 1976 г., 6 декабря 1977 г.

МОМЕНТЫ МИНИМУМОВ НЕКОТОРЫХ ЗАТМЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

AR Возничего

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	3	Март	12	10	Август	24	19	Ноябрь	3	2
	5	6		16	13		28	22		7	5
	9	9		20	16	Сентябрь	2	2		11	9
	13	13		24	20		6	5		15	12
	17	16		28	23		10	8		19	15
	21	19	Апрель	2	2		14	11		23	18
	25	22		6	5		18	15		27	21
	30	2		10	9		22	18	Декабрь	2	1
Февраль	3	5		14	12		26	21		6	4
	7	8		18	15	Октябрь	1	0		10	7
	11	11		22	18		5	3		14	10
	15	15		26	22		9	7		18	14
	19	18	Август	4	3		13	10		22	17
	23	21		8	6		17	13		26	20
	28	0		12	9		21	16		30	23
Март	4	4		16	13		25	20			
	8	7		20	16		29	23			

V367 Лебедя

		ч			ч			ч			ч
Январь	12	6	Апрель	15	6	Июль	17	6	Октябрь	18	5
	30	20	Май	3	20	Август	4	20	Ноябрь	5	19
Февраль	18	11		22	10		23	10		24	10
Март	9	1	Июнь	10	1	Сентябрь	11	0	Декабрь	13	0
	27	15		28	15		29	15		31	14

β Лиры

		ч			ч			ч			ч
Январь	12	20	Апрель	13	9	Июль	12	22	Октябрь	11	11
	25	18		26	7		25	20		24	9
Февраль	7	17	Май	9	6	Август	7	19	Ноябрь	6	8
	20	15		22	4		20	17		19	6
Март	5	14	Июнь	4	3	Сентябрь	2	16	Декабрь	2	5
	18	12		17	1		15	14		15	3
	31	11		29	23		28	12		28	2

Продолжение

β Персея

		ч			ч			ч			ч
Январь	3	13	Март	16	6	Август	12	8	Октябрь	23	0
	6	10		19	3		15	5		25	21
	9	6		21	23		18	1		28	18
	12	3		24	20		20	22		31	15
	15	0		27	16		23	19	Ноябрь	3	12
	17	21		30	13		26	16		6	8
	20	17	Апрель	2	10		29	13		9	5
	23	14		5	7	Сентябрь	1	10		12	2
	26	11		8	4		4	6		14	23
	29	8		11	0		7	3		17	20
Февраль	1	5		13	21		10	0		20	16
	4	2		16	18		12	21		23	13
	6	23		19	15		15	18		26	10
	9	19		22	12		18	15		29	7
	12	16		25	8		21	12	Декабрь	2	4
	15	13		28	5		24	8		5	0
	18	10	Июль	17	12		27	5		7	21
	21	7		20	9		30	2		10	18
	24	3		23	6	Октябрь	2	23		13	15
	27	0		26	3		5	20		16	12
Март	1	22		29	0		8	16		19	8
	4	18		31	21		11	13		22	5
	7	15	Август	3	17		14	10		25	2
	10	12		6	14		17	7		27	23
	13	9		9	11		20	4		30	20

RZ Кассиопеи (через два периода)

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	20	Февраль	9	1	Март	19	8	Апрель	26	14
	4	5		11	11		21	17		29	0
	6	14		13	20		24	3	Май	1	9
	9	0		16	5		26	12		3	18
	11	9		18	15		28	21		6	3
	13	19		21	1		31	7		8	12
	16	4		23	11	Апрель	2	16		10	21
	18	13		25	19		5	2		13	7
	20	23		28	5		7	11		15	16
	23	8	Март	2	14		9	20		18	1
	25	17		5	0		12	6		20	11
	28	3		7	9		14	15		22	21
	30	12		9	18		17	0		25	7
Февраль	1	21		12	4		19	10		27	16
	4	8		14	14		21	19		30	1
	6	16		16	23		24	4			

RZ Кассиопеи (через два периода)

		ч			ч			ч			ч
Июнь	1	10	Июль	26	9	Сентябрь	19	9	Ноябрь	10	23
	3	20		28	18		21	19		13	9
	6	5		31	4		24	4		15	18
	8	15	Август	2	13		26	13		18	4
	11	0		4	22		28	23		20	13
	13	9		7	8	Октябрь	1	8		22	22
	15	19		9	17		3	18		25	8
	18	4		12	3		6	3		27	17
	20	13		14	13		8	13		30	2
	22	23		16	22		10	21	Декабрь	2	12
	25	8		19	8		13	7		4	21
	27	17		21	17		15	16		7	7
	30	3		24	2		18	2		9	16
Июль	2	12		26	12		20	11		12	2
	4	22		28	21		22	21		14	11
	7	7		31	6		25	6		16	20
	9	16	Сентябрь	2	16		27	15		19	6
	12	2		5	1		30	1		21	15
	14	11		7	11	Ноябрь	1	10		24	0
	16	20		9	20		3	19		26	9
	19	6		12	5		6	5		28	19
	21	15		14	15		8	14		31	4
	24	0		17	0						

WW Возничего

		ч			ч			ч			ч
Январь	3	3	Февраль	25	3	Апрель	16	15	Октябрь	10	9
	5	15		27	16		19	4		12	22
	8	4	Март	2	4		21	16		15	10
	10	16		4	17		24	5		17	23
	13	5		7	6		26	18		20	12
	15	18		9	18		29	6		23	0
	18	6		12	7	Сентябрь	2	12		25	13
	20	19		14	20		5	1		28	2
	23	8		17	8		7	14		30	15
	25	20		19	21		10	2	Ноябрь	2	3
	28	9		22	9		12	15		4	15
	30	21		24	22		15	3		7	4
Февраль	2	10		27	10		17	16		9	16
	4	22		29	23		20	4		12	5
	7	11	Апрель	1	12		22	17		14	18
	10	0		4	0		25	6		17	6
	12	12		6	13		27	18		19	19
	15	1		9	2		30	7		22	8
	17	14		11	15	Октябрь	2	20		24	20
	20	2		14	3		5	8		27	9
	22	15					7	21		29	21

WW Возничего

		ч			ч			ч			ч
Декабрь	2	10	Декабрь	10	0	Декабрь	17	14	Декабрь	25	3
	4	22		12	12		20	2		27	16
	7	11		15	1		22	15		30	4

Y Лебедя

		ч			ч			ч			ч
Март	1	15	Май	18	12	Август	1	10	Октябрь	18	8
	4	15		21	12		4	10		21	8
	7	15		24	12		7	10		24	8
	10	14		27	12		10	10		27	8
	13	14		30	12		13	10		30	8
	16	14	Июнь	2	12		16	10	Ноябрь	2	8
	19	14		5	12		19	10		5	7
	22	14		8	12		22	10		8	7
	25	14		11	12		25	9		11	7
	28	14		14	12		28	9		14	7
	31	14		17	11		31	9		17	7
Апрель	3	14		20	11	Сентябрь	3	9		20	7
	6	14		23	11		6	9		23	7
	9	14		26	11		9	9		26	7
	12	13		29	11		12	9		29	7
	15	13	Июль	2	11		15	9	Декабрь	2	7
	18	13		5	11		18	9		5	6
	21	13		8	11		21	9		8	6
	24	13		11	11		24	9		11	6
	27	13		14	11		27	9		14	6
	30	13		17	11		30	9		17	6
Май	3	13		20	11	Октябрь	3	8		20	6
	6	13		23	10		6	8		23	6
	9	13		26	10		9	8		26	6
	12	13		29	10		12	8		29	6
	15	13					15	8			

U Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Март	1	4	Март	17	23	Апрель	2	1	Апрель	18	19
	2	20		19	15		3	17		20	11
	4	12		21	7		5	9		22	4
	6	4		22	23		7	1		23	20
	7	21		24	15		8	18		25	12
	9	13		26	8		10	10		27	4
	11	5		28	0		12	2		28	20
	12	21		29	16		13	18		30	13
	14	14		31	9		15	11	Май	2	5
	16	6					17	3		3	21

U Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Май	5	14	Июнь	19	20	Август	2	11	Сентябрь	16	18
	7	6		21	13		4	3		18	11
	8	22		23	5		5	20		20	3
	10	15		24	21		7	12		21	19
	12	6		26	13		9	4		23	11
	13	23		28	6		10	21		25	4
	15	15		29	22		12	12		26	20
	17	8	Июль	1	15		14	5		28	12
	19	0		3	7		15	21		30	4
	20	16		4	23		17	14	Октябрь	1	21
	22	8		6	15		19	6		3	13
	24	1		8	8		20	22		5	5
	25	16		10	0		22	15		6	22
	27	9		11	16		24	7		8	14
	29	1		13	8		25	23		10	6
	30	18		15	1		27	15		11	22
Июнь	1	10		16	16		29	8		13	14
	3	2		18	9		31	0		15	7
	4	18		20	1	Сентябрь	1	16		16	23
	6	11		21	18		3	8		18	16
	8	3		23	10		5	1		20	7
	9	19		25	2		6	17		22	0
	11	11		26	18		8	9		23	16
	13	4		28	11		10	1		25	8
	14	20		30	2		11	18		27	1
	16	12		31	19		13	10		28	17
	18	4					15	2		30	9

i Волопаса

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	5	Апрель	1	5	Июль	1	0	Октябрь	1	3
Февраль	1	0	Май	1	5	Август	1	2	Ноябрь	1	5
Март	1	3	Июнь	1	0	Сентябрь	1	3	Декабрь	1	4

S Насоса

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	13	Апрель	1	0	Июль	1	10	Октябрь	1	12
Февраль	1	0	Май	1	12	Август	1	13	Ноябрь	1	15
Март	1	5	Июнь	1	14	Сентябрь	1	0	Декабрь	1	10

V 1010 Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	0	Апрель	1	15	Июль	1	6	Октябрь	1	4
Февраль	1	2	Май	1	9	Август	1	8	Ноябрь	1	6
Март	1	13	Июнь	1	11	Сентябрь	1	10	Декабрь	1	1

К НАБЛЮДЕНИЯМ ПОЛЯРНОЙ

В Постоянной части Астрономического Календаря (изд. 6-е, гл. II, § 2 и 4) изложены методы определения направления меридиана и географической широты места по наблюдениям Полярной.

Географическая широта φ может быть получена из измерений высоты Полярной h по формуле:

$$\varphi = h - (\text{I} + \text{II} + \text{III}).$$

Поправки I, II, III даются ниже во вспомогательных таблицах (стр. 130—132) и являются функциями: местного звездного времени (поправка I), местного звездного времени и приближенной широты места — высоты Полярной (поправка II), местного звездного времени и даты наблюдения (поправка III); следует обратить внимание на то, что поправка II в таблице дается с учетом средней рефракции, таким образом, в наблюденную высоту поправка за рефракцию не вводится.

Учитывая все три поправки можно получить широту для территории СССР с точностью порядка $\pm 0',2$, при условии, что местное звездное время наблюдения определяется с точностью не менее одной минуты. Наблюдения должны производится угломерным инструментом (теодолитом или др.), обеспечивающим соответствующую точность отсчетов углов.

В тех случаях, когда нет надобности в большой точности определения широты или местное звездное время по каким-либо причинам определено грубо, с точностью до $\pm 20^{\text{м}}$, нет смысла пользоваться таблицами поправок II и III, а достаточно взять поправку I или из таблицы высот и азимутов Полярной разность $h - \varphi$, которая представляет собой округленную поправку I. В последнем случае широта вычисляется по формуле $\varphi = h - (h - \varphi)$. В полученном значении широты наибольшая ошибка может достигнуть $\pm 5'$ вблизи элонгаций, т. е. порядка $0°,1$. Из таблицы также видно, что для моментов, близких к кульминациям Полярной около $2^{\text{ч}}$ и $14^{\text{ч}}$ местного времени, даже при такой малой точности во времени ошибка в широте будет менее $1'$. Отсюда следует, что определение широты по Полярной выгоднее производить около эпох кульминаций, когда высота звезды наиболее медленно изменяется и неточность во времени менее всего сказывается.

Для ориентировки по Полярной, т. е. для определения направлений меридиана и азимутов земных объектов, в Календаре на стр. 133 дана таблица высот и геодезических азимутов Полярной в зависимости от местного звездного времени момента наблюдений и географической широты (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 3).

Наиболее благоприятными для ориентировки являются моменты, близкие к элонгациям Полярной, когда азимут звезды изменяется наиболее медленно. Полярная проходит западную элонгацию около $8^{\text{ч}}$ и восточную около $20^{\text{ч}}$ по местному звездному времени. Если широта места наблюдения неизвестна, то ее следует предварительно определить приближенным методом.

Наблюдатель, располагающий высокоточным угломерным инструментом, может для обработки наблюдений воспользоваться эфемеридой Полярной, помещенной на стр. 134. В этом случае широта может быть вычислена по формуле:

$$\varphi = h - p\cos t + \frac{1}{2}\,\frac{p^2}{206265}\sin^2 t \cdot \operatorname{tg} h,$$

где h — высота Полярной, p — ее полярное расстояние, $p = 90° - \delta$ выражается в секундах дуги, t — часовой угол, $t = s - \alpha$; α и δ берутся на соответствующую дату из эфемериды Полярной.

Высота h должна быть исправлена за погрешности инструмента и атмосферную рефракцию. Эти формулы при соответствующей точности высоты дают погрешность, не превосходящую $\pm 0'',3$.

Азимут Полярной a может быть вычислен по формуле

$$\operatorname{tg} a = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta}.$$

При этом широта должна быть известна предварительно; α и δ берутся из эфемериды Полярной на дату наблюдений.

Если $0^ч < t < 12^ч$, то азимут Полярной западный, а если $12^ч < t < 24^ч$ — азимут восточный.

Пример 1. 15 января 1977 г. с целью определения географической широты места наблюдения в момент $5^ч43^м$ по местному звездному времени угломерным инструментом была измерена высота Полярной, оказавшаяся равной $54°17',3$.

Из таблиц на стр. 130—132 интерполяцией находим соответствующие поправки I, II, III:

$$\begin{aligned} \mathrm{I} &= +29',9 \\ \mathrm{II} &= +0',3 \\ \mathrm{III} &= +0',1 \\ \hline \text{Сумма} &= +30',3 \end{aligned}$$

Отсюда $\varphi = 54°17',3 - 30',3 = 53°47',0$.

Пример 2. В некотором пункте 14 апреля 1977 г. определяется географическая широта. Наблюдатель не располагает знанием точной долготы места и пользуется декретным временем данного района. Высота Полярной $h = 44°35'$ определена в момент $23^ч56^м$ по декретному времени. В этом случае местное звездное время можно определить с точностью в пределах до $\pm 30^м$ или несколько бóльших, прибавлением к звездному времени в среднюю гринвичскую полночь на дату наблюдения поясного времени $T_п = T_д - 1^ч$.

Таким образом, в соответствии со сказанным выше имеем:

$$s = S_0 + T_п = S_0 + T_д - 1^ч = 13^ч28^м + 23^ч56^м - 1^ч = 12^ч24^м,$$

где $S_0 = 13^ч28^м$ на 14 апреля взято из эфемериды Солнца.

Ввиду малой точности оценки момента звездного времени используем только одну поправку I или разность $h - \varphi$ из таблицы высот и азимутов Полярной, $h - \varphi = -45'$, откуда

$$\varphi = 44°35' + 45' = 45°20'.$$

Из таблицы поправки I видно, что при ошибке в звездном времени $\pm 30^м$ изменение поправки не выходит за пределы $\pm 0°,1$. Таким образом, следует считать, что широта определена в данном случае с точностью до $0°,1$ и результат надо округлить, т. е. $\varphi = 45°,3$.

Пример 3. На географической параллели $\varphi = 56°$ определяется азимут земного предмета относительно точки наблюдения в момент местного звездного времени $s = 9^ч32^м$.

При наведении вертикальной нити трубы на Полярную на горизонтальном круге инструмента получен отсчет $M_1 = 17°45'$, а при наведении на предмет $M_2 = 264°38'$. Разность этих отсчетов дает горизонтальный угол A_1 между вертикалом Полярной и земным предметом:

$$A_1 = M_2 - M_1 = 246°53'.$$

Из таблицы высот и азимутов Полярной находим геодезический азимут Полярной $a = -1°24'$, в данном случае западный. Геодезический азимут предмета получаем после учета азимута Полярной из горизонтального угла A_1:

$$A_{геод} = A_1 + a = 246°53' - 1°24' = 245°29'$$

и астрономический

$$A_{астр} = A_{геод} \pm 180° = 65°29'.$$

Кроме того, можно определить отсчет на горизонтальном круге, соответствующий направлению на точку севера:

$$M_с = M_1 - a = 17°45' + 1°24' = 19°09';$$

это и есть направление меридиана.

Для большей точности при определении широты и азимута рекомендуется производить не одно, а несколько измерений в разные моменты времени, после чего выполнить соответствующие расчеты по каждому измерению, а затем вычислить среднее значение величины.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО ПОЛЯРНОЙ

Поправка I

(находится по местному звездному времени *s*)

s	$0^м$	$10^м$	$20^м$	$30^м$	$40^м$	$50^м$	$60^м$	*s*
ч	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	+42,2—	+43,3—	+44,4—	+45,3—	+46,2—	+47,0—	+47,7—	12
1	+47,7—	+48,3—	+48,8—	+49,2—	+49,6—	+49,8—	+50,0—	13
2	+50,0—	+50,0—	+50,0—	+49,8—	+49,6—	+49,2—	+48,8—	14
3	+48,8—	+48,3—	+47,7—	+47,0—	+46,2—	+45,3—	+44,4—	15
4	+44,4—	+43,3—	+42,2—	+41,0—	+39,7—	+38,3—	+36,9—	16
5	+36,9—	+35,4—	+33,8—	+32,1—	+30,4—	+28,7—	+26,9—	17
6	+26,9—	+25,0—	+23,1—	+21,1—	+19,1—	+17,1—	+15,0—	18
7	+15,0—	+12,9—	+10,8—	+ 8,7—	+ 6,5—	+ 4,4—	+ 2,2—	19
8	+ 2,2—	0,0	—2,2+	— 4,4+	— 6,5+	— 8,7+	—10,8+	20
9	—10,8+	—12,9+	—15,0+	—17,1+	—19,1+	—21,1+	—23,1+	21
10	—23,1+	—25,0+	—26,9+	—28,7+	—30,4+	—32,1+	—33,8+	22
11	—33,8+	—35,4+	—36,9+	—38,3+	—39,7+	—41,0+	—42,2+	23

При $s < 12^ч$ надо брать знаки, показанные слева, например:

$s = 5^ч10^ч$ . . . . $I = +35',4$
$s = 9^ч50^м$ . . . . $I = -21',1$

При $s > 12^ч$ надо брать знаки, показанные справа, например:

$s = 17^ч10^м$ . . . . $I = -35',4$
$s = 21^ч50^м$ . . . . $I = +21',1$

Поправка II

(с учетом средней рефракции)

s \ h	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	h / s
ч	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	−0,1	12
1	+1,4	+1,1	+0,9	+0,8	+0,6	+0,5	+0,4	+0,3	+0,1	13
2	+1,4	+1,2	+1,0	+0,8	+0,7	+0,6	+0,4	+0,4	+0,3	14
3	+1,4	+1,1	+1,0	+0,8	+0,7	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	15
4	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1	0,0	16
5	+1,3	+1,0	+0,8	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1	−0,1	−0,4	17
6	+1,2	+0,8	+0,7	+0,5	+0,3	+0,1	−0,1	−0,4	−0,7	18
7	+1,2	+0,7	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	−0,3	−0,6	−1,0	19
8	+1,1	+0,7	+0,6	+0,4	+0,2	−0,1	−0,3	−0,6	−1,1	20
9	+1,1	+0,7	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	−0,3	−0,6	−1,0	21
10	+1,2	+0,8	+0,7	+0,5	+0,3	+0,1	−0,2	−0,3	−0,8	22
11	+1,2	+0,8	+0,8	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	−0,2	−0,5	23
12	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	−0,1	24

Поправка II имеет один и тот же знак, независимо от того, приходится ли брать местное звездное время в левом или правом столбце.

Поправка III

Календарная дата / Местное звездное время s	1 января 1977 г.	1 февраля 1977 г.	1 марта 1977 г.	1 апреля 1977 г.	1 мая 1977 г.	1 июня 1977 г.	1 июля 1977 г.	1 августа 1977 г.	1 сентября 1977 г.	1 октября 1977 г.	1 ноября 1977 г.	1 декабря 1977 г.	1 января 1978 г.	Календарная дата / Местное звездное время s
ч	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,5	+0,3	+0,1	0,0	—0,2	—0,2	0
1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,3	+0,1	—0,1	—0,2	1
2	+0,2	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	—0,1	2
3	+0,2	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,3	+0,1	0,0	3
4	+0,2	+0,1	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	4
5	+0,2	0,0	0,0	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1	5
6	+0,2	0,0	—0,1	—0,1	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	6
7	+0,1	0,0	—0,2	—0,2	—0,2	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	7
8	+0,1	0,0	—0,2	—0,3	—0,3	—0,2	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,3	8
9	+0,1	—0,1	—0,2	—0,4	—0,4	—0,3	—0,2	0,0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,4	+0,3	9
10	0,0	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	0,0	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	10
11	0,0	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6	—0,5	—0,4	—0,2	0,0	+0,2	+0,3	+0,3	11
12	—0,1	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6	—0,6	—0,5	—0,3	—0,1	0,0	+0,2	+0,2	12
13	—0,1	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6	—0,6	—0,6	—0,4	—0,3	—0,1	+0,1	+0,2	13
14	—0,2	—0,1	—0,2	—0,3	—0,5	—0,6	—0,6	—0,6	—0,5	—0,4	—0,2	0,0	+0,1	14
15	—0,2	—0,1	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6	—0,6	—0,6	—0,5	—0,3	—0,1	0,0	15
16	—0,2	—0,1	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,6	—0,6	—0,6	—0,5	—0,4	—0,2	0,0	16
17	—0,2	0,0	0,0	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,5	—0,6	—0,6	—0,4	—0,3	—0,1	17
18	—0,2	0,0	+0,1	+0,1	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,5	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	18
19	—0,1	0,0	+0,2	+0,2	+0,2	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	19
20	—0,1	0,0	+0,2	+0,3	+0,3	+0,2	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,4	—0,4	—0,3	20
21	—0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,4	+0,3	+0,2	0,0	—0,1	—0,3	—0,4	—0,4	—0,3	21
22	0,0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	—0,2	—0,3	—0,3	—0,3	22
23	0,0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	—0,2	—0,3	—0,3	23
24	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,5	+0,3	+0,1	0,0	—0,2	—0,2	24

ВЫСОТЫ И АЗИМУТЫ ПОЛЯРНОЙ

Западные азимуты $a < 0$ / Местное звездное время s	$h-\varphi$	φ											Восточные азимуты $a > 0$ / Местное звездное время s
		35°	40°	45°	50°	55°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	
ч м	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч м
2 09	+50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 09
2 29	+50	5	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	1 49
2 49	+50	11	12	13	14	16	18	19	21	22	24	27	1 29
3 09	+49	16	17	19	21	23	27	29	31	33	36	40	1 09
3 29	+47	21	23	25	27	31	35	38	40	44	48	52	0 49
3 49	+46	26	28	31	34	38	44	47	50	54	59	65	0 29
4 09	+44	31	33	36	40	45	52	55	59	64	70	76	0 09
4 29	+41	36	38	41	46	51	59	63	68	73	80	87	23 49
4 49	+39	40	43	46	51	57	66	71	76	82	89	98	23 29
5 09	+36	44	47	51	56	63	73	77	83	90	98	107	23 09
5 29	+32	47	51	55	61	68	69	84	90	97	106	116	22 49
5 49	+29	51	54	59	65	73	84	89	96	104	113	124	22 29
6 09	+25	54	57	62	69	77	88	94	101	109	119	130	22 09
6 29	+21	56	60	65	72	80	92	98	106	114	124	136	21 49
6 49	+17	58	62	67	74	83	96	102	109	118	128	140	21 29
7 09	+13	60	64	69	76	85	98	104	112	121	131	144	21 09
7 29	+ 9	61	65	70	78	87	100	106	114	123	133	146	20 49
7 49	+ 4	61	66	71	78	88	101	107	115	124	134	147	20 29
8 09	0	62	66	71	78	88	101	107	115	124	135	147	20 09
8 29	− 4	61	66	71	78	87	100	107	114	123	134	146	19 49
8 49	− 9	61	65	70	77	86	99	105	113	121	132	144	19 29
9 09	−13	59	63	69	75	84	97	103	110	119	129	141	19 09
9 29	−17	58	62	67	73	82	94	100	107	115	125	137	18 49
9 49	−21	56	59	64	71	79	90	96	103	111	120	131	18 29
10 09	−25	53	57	61	67	75	86	92	98	106	114	125	18 09
10 29	−29	50	54	58	64	71	81	87	97	100	108	118	17 49
10 49	−32	47	50	54	59	66	76	81	86	93	101	110	17 29
11 09	−36	43	46	50	55	61	70	75	80	86	93	101	17 09
11 29	−39	39	42	45	50	56	64	68	72	78	84	92	16 49
11 49	−41	35	37	40	44	50	57	60	64	69	75	82	16 29
12 09	−44	31	33	35	39	43	49	52	56	60	65	71	16 09
12 29	−46	26	28	30	33	36	42	44	47	51	55	60	15 49
12 49	−47	21	22	24	26	29	34	36	38	41	45	49	15 29
13 09	−49	16	17	18	20	22	25	27	29	31	34	37	15 09
13 29	−50	11	11	12	13	15	17	18	19	21	23	25	14 49
13 49	−50	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	12	14 29
14 09	−50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 09

ЭФЕМЕРИДА ПОЛЯРНОЙ

Дата	α	δ	Дата	α	δ
1977	ч м	° ′ ″	1977	ч м	° ′ ″
Январь 1	2 10,5	+89 09 51,1	Июль 10	2 9,9	+89 09 20,4
11	10,2	52,6	20	10,2	20,6
21	10,0	53,5	30	10,4	21,3
31	9,8	53,6	Август 9	10,6	22,3
Февраль 10	9,5	53,1	19	10,9	24,0
20	9,3	52,1	29	11,1	26,2
Март 2	9,3	50,3	Сентябрь 8	11,3	28,4
12	8,9	48,3	18	11,5	31,4
22	8,8	45,5	28	11,7	34,7
Апрель 1	8,6	42,6	Октябрь 8	11,8	38,2
11	8,6	39,5	18	11,9	41,7
21	8,6	36,2	28	12,0	45,4
Май 1	8,6	33,2	Ноябрь 7	12,0	49,1
11	8,7	30,3	17	11,9	52,8
21	8,8	27,2	27	11,9	56,1
31	9,0	25,1	Декабрь 7	11,8	59,3
Июнь 10	9,2	23,3	17	11,6	62,2
20	9,4	21,8	27	11,4	64,5
30	9,6	20,8			

К ВЫЧИСЛЕНИЮ КООРДИНАТ ЗВЕЗД

В Постоянной части Астрономического Календаря (изд. 6-е, табл. 28а) опубликованы средние места 695 звезд ярче $4^m,5$ для равноденствия 1975,0.

Для получения средних координат звезды для другого равноденствия T необходимо учесть влияние на координаты звезд прецессии и собственного движения за время $(T - 1975{,}0)$.

Величину годичной прецессии по прямому восхождению p_α и по склонению p_δ можно найти по таблицам 27а и 27б Постоянной части АК. Однако при вычислении средних координат звезд для другого равноденствия T удобнее пользоваться годовыми изменениями по α и δ, включающими в себя и прецессию и собственное движение.

Годовые изменения приведены для каждой звезды в той же таблице 28а. Вычисления проводятся тогда по формулам

$$\left.\begin{aligned} \alpha_T &= \alpha_{1975} + (\text{год. изм.})_\alpha \cdot (T - 1975{,}0), \\ \delta_T &= \delta_{1975} + (\text{год. изм.})_\delta \cdot (T - 1975{,}0). \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Вычисления видимых координат звезды можно производить по формулам [см. П. ч. АК, изд. 6-е, § 13, формулы (1.61) и (1.62)]

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= \alpha_0 + Aa + Bb + Cc + Dd + E, \\ \delta' &= \delta_0 + Aa' + Bb' + Cc' + Dd' \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

или

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= \alpha_0 + f^c + \frac{1}{15} g \sin (G + \alpha_0) \operatorname{tg} \delta_0 + \frac{1}{15} h \sin (H + \alpha) \sec \delta_0, \\ \delta' &= \delta_0 + g \cos (G + \alpha_0) + h \cos (H + \alpha_0) \sin \delta_0 + i \cos \delta_0. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Здесь α_0 и δ_0 — средние координаты звезды для начала года T, α' и δ' — видимые координаты для заданного момента t.

Величины a, b, c, d, a', b', c', d' зависят от координат звезд и даны в табл. 28а Постоянной части АК.

Величины A, B, C, D, E, а также f, g, G, h, H и i зависят от времени и даны в двух вспомогательных таблицах на стр. 138—139 через каждые десять суток, кроме величины E, которая меньше $0^c,01$ и поэтому при вычислении координат с точностью до $0^c,1$ ею можно пренебречь.

С 1960 г. принято прецессию учитывать для первой половины года от начала данного года до заданного момента t, а для второй половины года — от начала следующего года. Поэтому редукционные величины 1 июля имеют разрыв и если заданный момент t относится к первой половине года (до 1 июля), то в формулах (2) и (3) средние координаты надо брать для равноденствия 1977,0; если же заданный момент относится ко второй половине года (после 1 июля), то средние координаты берутся для равноденствия 1978,0.

Пример. Найти видимые координаты звезды α Близнецов для $0^ч$ всемирного времени 25 июля 1977 г.

Эта звезда в табл. 28а Постоянной части АК значится под № 222. Из этой таблицы выписываем для звезды α Близнецов исходные данные.

$$\alpha_{1975} = 7^{ч}33^{м}00^{с},3 \qquad \delta_{1975} = +31°56'40''$$
$$(\text{год. изм.})_{\alpha} = +3^{с}83 \qquad (\text{год. изм.})_{\delta} = -8'',0$$
$$a = +0,191 \qquad a' = -0,395$$
$$b = -0,016 \qquad b' = -0,919$$
$$c = -0,031 \qquad c' = -0,118$$
$$d = +0,072 \qquad d' = -0,209$$

Так как заданный момент относится ко второй половине года, то средние координаты по формулам (1) следует вычислить на начало 1978 г.

$$\alpha_{1978} = 7^{ч}33^{м}00^{с},3 + 3^{с},83\,(+3) = 7^{ч}33^{м}11^{с},79,$$
$$\delta_{1978} = +31°56'40'' + (-8'',0)\,(+3) = 31°56'16''.$$

Затем из таблицы на стр. 138 настоящего выпуска Календаря находим для 25 июля 1977 г.:

$$A = -6'',04, \quad B = +9'',0, \quad C = +9'',9, \quad D = -17'',3.$$

По формулам (2), считая $E = 0$ и принимая за α_0 и δ_0 средние координаты, вычисленные на начало 1978 г., находим видимые координаты α Близнецов:

$$\alpha' = 7^{ч}33^{м}11^{с},79 + (-6,04)\,(+0,191) + (+9,0)\,(-0,016) + \\ + (+9,9)\,(-0,031) + (-17,3)\,(+0,072),$$
$$\delta' = +31°56'16'',0 + (-6,04)\,(-0,395) + (+9,0)\,(-0,919) + \\ + (+9,9)\,(-0,118) + (-17,3)\,(-0,209).$$

Произведя арифметические подсчеты, получаем:

$$\alpha' = 7^{ч}33^{м}11^{с},79 - 2^{с},86 = 7^{ч}33^{м}08^{с},9,$$
$$\delta' = +31°56'16'',0 - 3'',4 = +31°56'13''.$$

Полученные видимые координаты относятся к $0^{ч}$ всемирного времени 25 июля 1977 г. Точность, с которой они получены, делает излишней их интерполяцию на момент наблюдения.

При вычислении видимых координат по формулам (3) из вспомогательной таблицы на стр. 139 настоящего выпуска Календаря выписываются редукционные величины f, g, G, h, H, i для заданной даты. В нашем примере для 25 июля 1977 г. они будут следующими:

$$f = 0^{с},92, \quad g = 10'',8, \quad G = 8^{ч},2,$$
$$h = 20'',0, \quad i = +4'',3, \quad H = 10^{ч},0.$$

Редукции $\Delta\alpha$ и $\Delta\delta$ для приведения на видимое место, которые также надо прибавлять к средним координатам для начала 1978 г., вычисленные по формулам (3), получаются равными

$$\Delta\alpha = -2^{с},86, \quad \Delta\delta = -3'',3,$$

т. е. практически такими же, как и по формулам (2).

С помощью створчатых номограмм К. К. Дубровского, опубликованных на стр. 168—172 АК 1951, можно найти величины

$$\mathrm{I} = \frac{1}{15} g \sin (G + \alpha_0) \operatorname{tg} \delta_0,$$

$$\mathrm{II} = \frac{1}{15} h \sin (H + \alpha_0) \sec \delta_0,$$

$$\mathrm{III} = g \cos (G + \alpha_0),$$

$$\mathrm{IV} = h \cos (H + \alpha_0) \sin \delta_0,$$

$$\mathrm{V} = i \cos \delta_0,$$

Тогда вычисление редукционных поправок в формулах (3) сводится к простым арифметическим действиям, так как

$$\Delta\alpha = f^c + \mathrm{I} + \mathrm{II} \quad \text{и} \quad \Delta\delta = \mathrm{III} + \mathrm{IV} + \mathrm{V}.$$

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ВИДИМЫХ МЕСТ ЗВЕЗД

Редукционные величины *A*, *B*, *C*, *D*

(для 0ч всемирного времени)

Дата		*A*	*B*	*C*	*D*
		″	″	″	″
Январь	1	+3,70	+8,6	—3,4	+20,1
	11	+4,36	+8,5	—6,6	+19,2
	21	+4,98	+8,4	—9,6	+17,6
	31	+5,53	+8,2	—12,3	+15,4
Февраль	10	+6,06	+8,1	—14,6	+12,9
	20	+6,46	+7,9	—16,5	+9,9
Март	2	+6,83	+7,8	—17,8	+6,6
	12	+7,17	+7,8	—18,6	+3,1
	22	+7,48	+7,8	—18,8	—0,5
Апрель	1	+7,80	+7,9	—18,4	—4,0
	11	+8,14	+8,0	—17,6	—7,3
	21	+8,52	+8,2	—16,2	—10,5
Май	1	+8,96	+8,4	—14,3	—13,3
	11	+9,44	+8,6	—12,0	—15,7
	21	+9,98	+8,8	—9,5	—17,7
	31	+10,57	+9,0	—6,6	—19,2
Июнь	10	+11,20	+9,1	—3,6	—20,1
	20	+11,84	+9,2	—0,5	—20,5
	30	+12,49	+9,2	+2,6	—20,3
Июль	10	—6,92	+9,2	+5,7	—19,5
	20	—6,32	+9,1	+8,6	—18,2
	30	—5,77	+8,9	+11,2	—16,4
Август	9	—5,27	+8,8	+13,6	—14,2
	19	—4,83	+8,6	+15,6	—11,5
	29	—4,43	+8,5	+17,1	—8,5
Сентябрь	8	—4,08	+8,4	+18,2	—5,2
	18	—3,76	+8,4	+18,7	—1,8
	28	—3,45	+8,4	+18,7	+1,7
Октябрь	8	—3,03	+8,5	+18,2	+5,2
	18	—2,78	+8,6	+17,1	+8,5
	28	—2,38	+8,8	+15,5	+11,6
Ноябрь	7	—1,93	+9,0	+13,4	+14,3
	17	—1,41	+9,2	+10,9	+16,7
	27	—0,87	+9,4	+8,1	+18,5
Декабрь	7	—0,20	+9,6	+4,9	+19,8
	17	+0,47	+9,7	+1,7	+20,4
	27	+1,15	+9,7	—1,7	+20,4

Редукционные величины G, H, g, h, i, f

(для 0ч всемирного времени)

Дата		G	H	g	h	i	f
		ч	ч	″	″	″	с
Январь	1	4,5	23,4	9,3	20,4	—1,5	+0,56
	11	4,2	22,7	9,5	20,5	—2,9	+0,67
	21	3,9	22,1	9,8	20,1	—4,2	+0,78
	31	3,8	21,4	10,0	19,8	—5,4	+0,85
Февраль	10	3,6	20,8	10,0	19,5	—6,3	+0,91
	20	3,4	20,1	10,2	19,2	—7,2	+1,00
Март	2	3,3	19,3	10,4	19,0	—7,7	+1,06
	12	3,2	18,6	10,6	18,8	—8,1	+1,10
	22	3,1	17,9	10,8	18,6	—8,2	+1,14
Апрель	1	3,0	17,2	11,1	18,9	—8,0	+1,20
	11	3,0	16,5	11,5	19,0	—7,6	+1,26
	21	2,9	15,8	11,9	19,3	—7,0	+1,30
Май	1	2,9	15,1	12,2	19,5	—6,2	+1,37
	11	2,8	14,5	12,8	19,8	—5,2	+1,46
	21	2,8	13,9	13,4	20,1	—4,1	+1,53
	31	2,7	13,3	13,8	20,3	—2,9	+1,61
Июнь	10	2,6	12,7	14,4	20,4	—1,6	+1,72
	20	2,5	12,1	15,0	20,5	—0,2	+1,82
	30	2,4	11,5	15,6	20,5	+1,1	+1,91
Июль	10	8,5	10,9	11,5	20,4	+2,5	—1,07
	20	8,3	10,3	11,0	20,2	+3,7	—0,97
	30	8,2	9,7	10,6	19,9	+4,9	—0,87
Август	9	8,1	9,1	10,3	19,6	+5,9	—0,81
	19	8,0	8,4	9,9	19,4	+6,8	—0,75
	29	7,8	7,8	9,5	19,1	+7,4	—0,67
Сентябрь	8	7,7	7,1	9,4	18,9	+7,9	—0,62
	18	7,6	6,4	9,2	18,8	+8,1	—0,59
	28	7,5	5,7	9,0	18,8	+8,1	—0,53
Октябрь	8	7,3	4,9	9,0	18,9	+7,9	—0,47
	18	7,2	4,2	9,1	19,1	+7,4	—0,42
	28	7,0	3,5	9,2	19,3	+6,7	—0,37
Ноябрь	7	6,8	2,9	9,2	19,6	+5,8	—0,30
	17	6,5	2,2	9,3	19,9	+4,7	—0,20
	27	6,3	1,6	9,5	20,2	+3,5	—0,13
Декабрь	7	6,1	0,9	9,5	20,4	+2,1	—0,04
	17	5,8	0,3	9,6	20,5	+0,7	+0,08
	27	5,5	23,7	9,8	20,5	—0,7	+0,18

ОТДЕЛ ВТОРОЙ
ПРИЛОЖЕНИЯ

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ В 1973 г.

Р. С. Гневышева

1973 год ознаменовался резким уменьшением количества групп солнечных пятен (в 1,8 раза).

Таблица I

Год	Количество групп			Год	Количество групп		
	с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего		с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего
1970	250	241	491	1972	150	208	358
1971	186	180	366	1973	94	109	203

Сильнее это сказалось на южном полушарии: если количество северных групп уменьшилось в 1,6 раза, то южных — в 1,9. Хотя в южном полушарии продолжало оставаться групп больше, чем в северном, разница эта

Таблица II

Год	Площадь пятен, выраженная в миллионных долях полусферы Солнца (м. д. п.)			
	с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	на всем диске	в центральной зоне
1970	947	680	1647	572
1971	494	575	1069	361
1972	325	589	914	309
1973	249	248	497	177

составила только 8% от полного числа групп солнечных пятен за год, т. е. вдвое меньше, чем в 1972 г.

Среднегодовая площадь пятен, подсчитанная по ежедневным данным, в 1973 г. уменьшилась.

Как и общее количество групп пятен, площадь на всем диске уменьшилась примерно в 1,8 раза по сравнению с 1972 г. При этом в северном полушарии уменьшение произошло в 1,3 раза, а в южном — в 2,4; это привело к тому, что в 1973 г. среднегодовые площади пятен южного и северного полушарий *) сравнялись. Сопоставление обеих таблиц показывает, что в 1973 г. группы южного полушария, в среднем, стали мельче групп северного.

Среднемесячная площадь пятен на всем диске изменялась следующим образом.

Таблица III

Месяц \ Год	1970	1971	1972	1973
Январь	1480	2149	652	439
Февраль	2137	1501	1248	436
Март	1371	759	1093	715
Апрель	1908	1010	512	789
Май	2165	756	1257	441
Июнь	1609	481	1328	516
Июль	1759	1166	932	322
Август	1395	1200	1070	277
Сентябрь	1380	619	658	981
Октябрь	1395	1000	1078	470
Ноябрь	1563	1025	578	288
Декабрь	1357	1162	565	290

Только в апреле и сентябре среднемесячная площадь пятен, подсчитанная по ежедневным наблюдениям, превысила свои значения в 1972 г. Во все остальные месяцы она значительно ниже прошлогодних.

Среднемесячные числа Вольфа за те же годы приведены в таблице IV.

---

*) Во всех случаях употребления слова «полушарие» имеется в виду северная или южная половина видимого диска Солнца.

Таблица IV

Месяц \ Год	1970	1971	1972	1973
Январь	125,0	129,1	99,0	60,1
Февраль	154,9	116,9	140,3	63,0
Март	122,9	90,4	134,0	71,4
Апрель	127,0	110,1	103,8	89,9
Май	144,9	75,8	120,9	59,7
Июнь	108,9	67,5	132,3	65,7
Июль	145,3	118,1	125,3	39,5
Август	123,7	95,9	119,7	39,4
Сентябрь	141,8	72,5	110,9	92,3
Октябрь	121,1	72,1	96,2	47,3
Ноябрь	127,6	87,6	59,0	34,3
Декабрь	114,8	113,3	64,4	29,1

Ни одно среднемесячное число Вольфа не превышало соответствующего значения 1972 г., но в апреле и сентябре они были самые большие из всех за 1973 г. В среднем за год числа Вольфа были такие:

Таблица V

Год	Весь диск	Центр. зона	Год	Весь диск	Центр. зона
1970	129,8	54,9	1972	108,8	46,3
1971	95,8	40,7	1973	57,6	25,1

Сравнивая между собой данные таблиц I, II и V, можно сказать, что по всему диску число групп и среднегодовые площадь и число Вольфа изменились по сравнению с 1972 г. примерно одинаково.

Таблица VI

Год	Количество повторяющихся групп			Год	Количество повторяющихся групп		
	с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего		с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего
1969	26	18	44	1971	13	19	32
1970	26	20	46	1972	13	20	33

Количество повторяющихся групп в 1972 г. *) по сравнению с 1971 г. осталось практически без изменений, что вполне естественно, ибо, как показывает таблица I, полное количество групп пятен от 1971 к 1972 г. изменилось несущественно.

Таблица VII

Год	Количество повторяющихся групп					
	с числом прохождений по диску					всего
	2	3	4	5	6	
1969	36	5	1	1	1	44
1970	35	9	2	—	—	46
1971	26	4	2	—	—	32
1972	29	3	—	1	—	33

В 1972 году одна группа пять раз проходила по видимому диску Солнца. Эта группа (в южном полушарии) впервые вышла из-за восточного края 2 мая (зашла — 15-го); вторично она проходила по диску с 30.V по 11.VI; в третий раз — с 26.VI по 9.VII; в четвертый — с 24.VII по 5.VIII. 20 августа группа вышла из-за края в пятый, последний раз. Исчезла она близ западной границы центральной зоны. Таким образом, полная продолжительность жизни этой группы заключена в пределах от 119 до 132 дней.

Таблица VIII

Площадь группы в м. д. п.	1970			1971			1972			1973		
	$\varphi > 0$	$\varphi < 0$	всего	$\varphi > 0$	$\varphi < 0$	всего	$\varphi > 0$	$\varphi < 0$	всего	$\varphi > 0$	$\varphi < 0$	всего
1—50	146	151	297	133	119	252	103	130	233	61	78	139
51—200	54	56	110	33	33	66	30	51	81	21	17	38
201—500	36	27	63	15	21	36	14	20	34	10	9	19
501—1000	10	6	16	2	5	7	1	5	6	2	5	7
> 1000	4	1	5	3	2	5	2	2	4	0	0	0
Всего	250	241	491	186	180	366	150	208	358	94	109	203

*) В Пулковском Каталоге солнечной деятельности повторяющиеся группы приводятся, как правило, за предыдущий год.

Последняя из таблиц, касающихся солнечных пятен, показывает, сколько групп с той или иной средней площадью было на всем диске и в его северной и южной половинах.

Как мы видим, в 1973 г. не было ни одной группы со средней площадью больше 1000 м. д. п.

В 1972 г. таких больших групп было четыре: №№ 50, 135, 219 и 313 по Пулковскому Каталогу солнечной деятельности. Дополнительные сведения о них, которые не могли быть сообщены в прошлой статье, следующие.

Группа № 50 представляла собой первое прохождение по видимому диску повторяющейся группы № 6 *). Во второй раз она проходила по видимому диску с 14 по 26 марта (№ 76 таблицы III Пулковского Каталога) и в третий — с 10 по 22 апреля (№ 96). Так как в первый раз она вышла из-за края, а после третьего зашла за край, то общая продолжительность жизни повторяющейся группы № 6 заключается в пределах от 67 до 94 дней.

Группы № 135 — первое прохождение повторяющейся группы № 13. Вторично она проходила по видимому диску с 10 по 23 июня (№ 160), а в третий раз она вышла из-за восточного края 8 июля. Площадь ее к этому времени уже настолько уменьшилась, что 17 июля она наблюдалась в последний раз. Продолжительность жизни этой повторяющейся группы была от 65 до 78 дней.

Группа № 219 была вторым прохождением по видимому диску повторяющейся группы № 20. Возникла она (№ 188) на предыдущем обороте Солнца, 12 июля, в западной части диска. За четыре дня своего существования (до захода за край 15-го июля) она увеличила свою площадь с 38 до 550 м. д. п. Группа № 219, зайдя за край 11 августа, исчезла на невидимой стороне Солнца. Всего повторяющаяся группа № 20 «прожила» от 31 до 44 дней. Интересно еще заметить, что она возникла на месте одного из центров большой группы № 50 (см. предыдущий выпуск Астрономического Календаря).

Группа № 313 представляет собой второе прохождение по диску повторяющейся группы № 27. На предыдущем обороте Солнца она (№ 288) возникла 4-го октября

---

*) См. таблицу IV в Пулковском Каталоге за 1973 год.

в западной части центральной зоны и 9-го зашла за край. После второго прохождения она 4-го ноября зашла за край и исчезла на невидимой стороне Солнца, просуществовав в общей сложности от 32 до 45 дней.

В таблице IX дана среднегодовая площадь кальциевых флоккулов и фотосферных факелов, выраженная в миллионных долях полусферы Солнца.

Таблица IX

Год	Среднегодовая площадь в м. д. п.		Год	Среднегодовая площадь в м. д. п.	
	кальциевые флоккулы	фотосферные факелы		кальциевые флоккулы	фотосферные факелы
1970	55 200	8580	1972	13 800	8460
1971	13 600	6340	1973	8 500	4700

Как мы видим, обе эти характеристики от 1972 к 1973 г. уменьшились примерно в одинаковом отношении.

Среднегодовая яркость свечения зеленой корональной линии $\lambda = 5303$ Å (усредненная, кроме того, по всем позиционным углам солнечного лимба), определенная по наблюдениям на Горной станции Пулковской обсерватории в 1973 г., равнялась 29 абсолютным единицам. Среднегодовая яркость свечения красной корональной линии $\lambda = 6374$ Å — 4 единицам. Вспомним, что за абсолютную единицу яркости свечения корональных линий принята миллионная доля яркости участка (шириной в 1 Å) непрерывного спектра центра солнечного диска. В таблице X приведены среднегодовые значения яркости зеленой и красной корональных линий, как обычно, за 4 года.

Таблица X

Год	Яркость линий короны		Год	Яркость линий короны	
	5303 Å	6374 Å		5303 Å	6374 Å
1970	46	9	1972	39	5
1971	38	8	1973	29	4

На рис. 1 показано изменение с позиционным углом среднегодовой яркости зеленой (5303) и красной (6374) корональных линий в 1973 г.

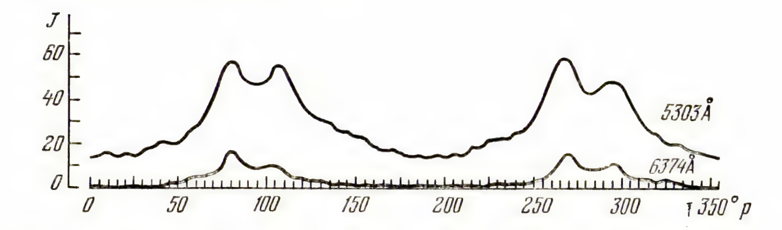


Рис. 1. Изменение с позиционным углом среднегодовой яркости зеленой ($\lambda = 5303$ Å) корональной линии (верхняя кривая) и красной ($\lambda = 6374$ Å) корональной линии (нижняя кривая) в 1973 г.
По оси абсцисс отложены позиционные углы солнечного лимба, отсчитываемые от северного полюса Солнца к востоку; по оси ординат — яркость J корональной линии в абсолютных единицах.

Рис. 2. приведен для сравнения между собой изменений по лимбу среднегодовой яркости зеленой линии в 1972 и 1973 гг. В 1973 г. максимальное значение яркости зеленой линии едва достигало 60 единиц (60% от максимальной яркости в 1972 г.). Оба околоэкваториальных

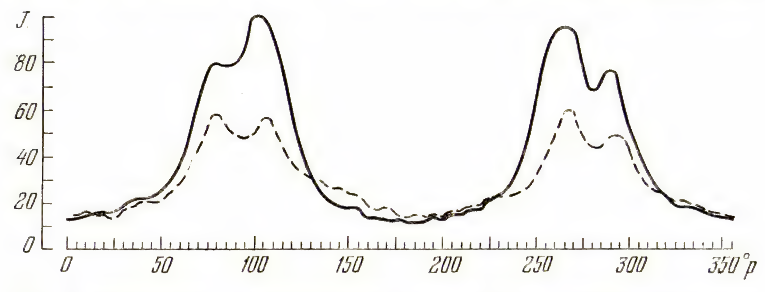


Рис. 2. Изменение с позиционным углом яркости зеленой корональной линии в 1972 (сплошная кривая) и в 1973 г. (прерывистая). Все обозначения те же, что и на рис. 1.

максимума — двухвершинные, но если на востоке обе вершины одинаковы, то на западе южная заметно преобладает над северной. Двухвершинность околоэкваториальных максимумов в красной линии выражена слабее, чем в 1972 г., но яркости почти одинаковые.

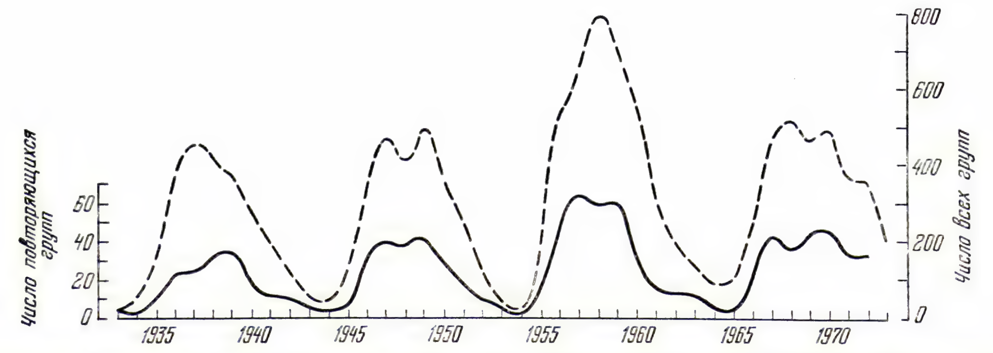


Рис. 3. Изменение количества всех групп солнечных пятен (прерывистая кривая) и повторяющихся групп (сплошная) с годами. По оси абсцисс отложены годы; по оси ординат: справа — число всех групп, слева — число повторяющихся групп.

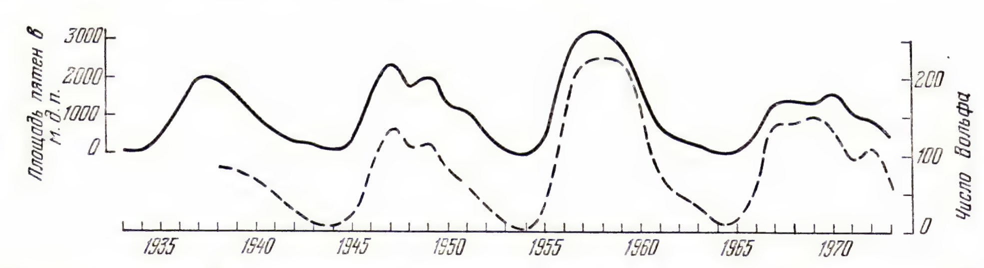


Рис. 4. Изменение среднегодовой площади пятен (сплошная кривая) и числа́ Вольфа (прерывистая) с годами. По оси абсцисс отложены годы; по оси ординат слева — площадь пятен в м. д. п., справа — число Вольфа.

Рис. 3. представляет изменение полного годового количества групп солнечных пятен и повторяющихся групп пятен, т. е. групп, прошедших по видимому диску не менее двух раз.

Рис. 4. — изменение среднегодовых значений площади пятен и числа́ Вольфа.

Для последних двух рисунков использованы данные Пулковского Каталога солнечной деятельности за все годы его издания (Труды ГАО в Пулкове).

В статье приведены сведения, основанные на Пулковском Каталоге за 1973 г.

Все таблицы содержат характеристики солнечной активности за четыре года, чтобы читатель сам мог в какой-то степени проследить за изменениями, происходящими на Солнце.

ПОЯВЛЕНИЯ КОМЕТ В 1975 г.

В. А. Бронштэн

В 1975 г. было обнаружено 17 комет, из них шесть — новые короткопериодические кометы, семь — новые кометы с квазипараболическими орбитами и лишь четыре — переоткрытия известных периодических комет. Таким образом, хотя по общему числу открытых комет 1975 г. уступает рекордному 1970 г., когда их было обнаружено 18, но по числу вновь открытых периодических комет этот год побивает все рекорды. В самом деле, число новых периодических комет, открытых за последние 10 лет, выглядит так:

Год	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Число комет	1	—	—	1	1	—	1	2	—	6

Итак, в 1975 г. было открыто столько же новых короткопериодических комет, сколько за все прошедшее десятилетие. Это свидетельствует об усилении интереса к кометам и их открытиям, и притом не только среди специалистов, но и среди любителей астрономии, которым принадлежит немалая роль в открытиях новых комет. Впрочем, есть и другое истолкование этого потока открытий, о котором мы скажем ниже.

Первую комету года — 1975a — открыл любитель астрономии Лео Ботин (Абра, Филиппины) 4 января в созвездии Водолея. Это было диффузное пятно 12-й звездной величины со слабой конденсацией. Ботин следил за кометой до 8 января, потом наблюдениям помешала Луна. Вновь обнаружить комету Ботина удалось лишь 1 февраля американским наблюдателям К. Сковилу и

Дж. Бортлю на станции Агассиз, а также наблюдателям в Японии. Комета перемещалась вдоль эклиптики прямым движением, перешла в Рыбы, затем через Овен, Телец, прошла недалеко от Плеяд, потом через созвездия Близнецов, Рака. Блеск ее в феврале оценивался разными наблюдателями от 9-й до 13-й звездной величины, но большинство оценивали ее как светило 11—12-й величины.

Вычисления орбиты, выполненные американским астрономом Б. Марсденом, показали, что открыта новая периодическая комета. Вот элементы ее орбиты:

$$T = 1975\ \mathrm{I}\ 5{,}618 \qquad \omega = 11^\circ{,}110$$
$$e = 0{,}77853 \qquad \Omega = 26^\circ{,}985 \quad \Big\} \ 1950{,}0$$
$$a = 4{,}93749\ \text{а. е.} \qquad i = 5^\circ{,}911$$
$$P = 10{,}97\ \text{года}$$

Таким образом, комета Ботина была открыта накануне прохождения через перигелий. Ее расстояние от Солнца в перигелии составляло 1,09 а. е. Если бы Земля была в ближайшей к перигелию кометы точке своей орбиты, комета Ботина была бы на 5—6 звездных величин ярче и могла бы наблюдаться простым глазом. Но Земля была в это время на расстоянии 1,2 а. е. от кометы и расстояние между ними все увеличивалось. В афелии комета Ботина удаляется почти до орбиты Сатурна.

24 января «Циркуляр Бюро астрономических телеграмм Международного Астрономического союза» сообщил, что доктор Р. М. Уэст из обсерватории Ла Силла (Южная Европейская обсерватория в северной части Чили) обнаружил на пластинке, снятой еще 15 октября 1974 г., диффузный объект с конденсацией и небольшим хвостом, 12-й звездной величины. Комета находилась в созвездии Феникса.

27 февраля Л. Когоутек в Бергедорфе (ФРГ) обнаружил комету 13-й звездной величины в созвездии Кита, а 28 февраля о независимом открытии кометы объявил японский наблюдатель Икемура. По точным наблюдениям положений кометы Когоутека—Икемуры, полученным японскими наблюдателями Кодзимой и Секи (каждый из них тоже имеет «на своем счету» несколько открытых ими комет), Б. Марсден установил тождественность комет Уэста и Когоутека—Икемуры, а вскоре

вычислил орбиту и эфемериду кометы Уэста—Когоутека — Икемуры (1975b). Оказалось, что и в данном случае открыта новая короткопериодическая комета группы Юпитера. Приводим элементы ее орбиты.

$T = 1975$ II 25,879	$q = 1{,}39741$ а. е.	
$e = 0{,}57991$	$\omega = 358°{,}077$	1950,0
$a = 3{,}32646$ а. е.	☊ $= 84°{,}691$	
$P = 6{,}067$ года	$i = 30°{,}061$	

Вычисления Марсдена показали, что в марте 1972 г. комета была всего в 0,01 а. е. от Юпитера. Такое тесное сближение с крупнейшей планетой Солнечной системы должно было сильно изменить ее орбиту.

Дальше комета Уэста—Когоутека—Икемуры двигалась через созвездия Овна, Тельца, Возничего и Рыси. Постепенно удаляясь от Солнца и Земли, она слабела и к концу мая была уже 14-й звездной величины.

Но еще до открытия кометы 1975b Л. Когоутек заметил в созвездии Тельца слабый объект 14-й звездной величины, который не удалось точно пронаблюдать из-за непогоды. Это было 9 февраля. Лишь спустя месяц, 3 марта, Когоутек вновь заметил похожий объект чуть севернее Альдебарана и сообщил об открытии новой кометы. Ее сейчас же «поймали» на станции Агассиз Гарвардской обсерватории и определили несколько точных положений. По ним Б. Марсден вычислил орбиту, и стало ясно, что перед нами — новая периодическая комета (1975с). Вот ее элементы:

$T = 1975$ I 18,124	$q = 1{,}56705$ а. е.	
$e = 0{,}53450$	$\omega = 169°{,}714$	1950,0
$a = 3{,}36636$ а. е.	☊ $= 273°{,}218$	
$P = 6{,}176$ года	$i = 5°{,}416$	

Форма орбиты у кометы 1975с близка к орбите кометы 1975b, но их расположение в пространстве различно: орбита кометы Когоутека лежит близко к плоскости эклиптики, тогда как у кометы Уэста—Когоутека—Икемуры она наклонена к ней на 30°. Иначе расположены и перигелии обеих орбит.

Пройдя перигелий незадолго до открытия, комета 1975с стала слабеть. Она имела диффузный вид с конденсацией, без хвоста. Комета, как и следовало ожидать, двигалась вдоль эклиптики через Близнецы, Рак и Лев.

Следующая комета, 1975d, была открыта 12 марта австралийским наблюдателем У. Бредфилдом в Дернанкорте (округ Аделаида). Комета была 9-й звездной величины, диффузная, без конденсации. Она находилась в южной части созвездия Кита (около β Кита). 13 марта ее наблюдал Геральд близ Канберры. В начале апреля была видна центральная конденсация; комета представлялась удлиненным пятнышком $20 \times 40''$.

Вычисленная орбита показала, что по форме она близка к параболе. Перигелий комета прошла 4 апреля 1975 г. на расстоянии 1,217 а. е. от Солнца. Наклон орбиты к плоскости эклиптики составляет 55°. Из Кита комета переместилась в Эридан, 7 мая прошла вблизи Ригеля, 13 мая — недалеко от туманности Ориона, затем прошла через Единорог, в начале июня пересекла экватор, прошла через Малый Пес, Гидру, Секстант, Лев и Деву.

Комету 1975е открыли астрономы Крымской Астрофизической обсерватории АН СССР Г. М. Смирнова и Н. С. Черных 1 апреля на пластинках, полученных с 40-сантиметровым двойным астрографом 4 и 16 марта. Комета представлялась диффузным объектом 15-й звездной величины со сгущением или ядром. Ее вскоре нашли и на снимке от 30 марта. Комета была в западной части созвездия Льва, но в конце марта перешла в Рак. С 3 по 11 апреля ее фотографировали каждую ночь, делая экспозиции по часу. На снимках видно резкое ядро диаметром 20″ и оболочка, вытянутая на 1′ к западу.

Вычисления орбиты показали, что и в данном случае открыта новая периодическая комета, которая получила название кометы Смирновой—Черных. Это первая, после кометы Чурюмова—Герасименко (открытой в 1969 г. и тоже оказавшейся периодической), «советская» комета. Приводим ее элементы:

$$T = 1975\ \mathrm{VI}\ 22{,}7523 \qquad \omega = 87^\circ{,}8423$$
$$e = 0{,}14021 \qquad \Omega = 77^\circ{,}1430 \quad \Big\}\ 1950{,}0$$
$$a = 4{,}15798\ \text{а. е.} \qquad i = 6^\circ{,}6434$$
$$P = 8{,}479\ \text{года} \qquad q = 3{,}5750\ \text{а. е.}$$

Обращает на себя внимание очень маленький эксцентриситет орбиты кометы Смирновой—Черных (меньше, чем у орбиты Плутона). Благодаря этому, даже в афелии она будет отстоять от Солнца не так уж далеко — на расстоянии 4,74 а. е. В это время она будет лишь на 1,5—2 звездные величины слабее, чем в перигелии, и сможет быть доступна наблюдениям практически в любой точке своей орбиты, подобно комете Швассмана—Вахмана-1. Любопытно еще, что комета Смирновой—Черных движется между астероидами группы Гильды (3,88—4,00 а. е.) и одиноким астероидом Туле (4,28 а. е.), и имеет орбиту, очень близкую к орбите кометы Отерма ($a=3{,}97$ а. е., $P=7{,}88$ года, $e=0{,}143$) до 1970 г.

В мае комета, по наблюдениям Н. С. Черных, имела вид слабой округлой туманности 16-й звездной величины с уплотнением в центре. Пройдя точку стояния в созвездии Рака, она перешла в Лев, а затем в Деву, где ее и застал конец года.

Лишь комета 1975f оказалась ранее известной периодической кометой, а именно кометой Гунна (1969 II) в ее втором наблюдавшемся появлении. Она была обнаружена известным чехословацким ловцом и наблюдателем комет А. Мркосом на обсерватории в Клети (Ческе Будейовице) 10 мая в созвездии Девы (недалеко от яркой звезды β Льва, Денеболы). Комета была 15,5—16-й звездной величины. Она приближалась к Солнцу, но удалялась от Земли. Перигелий комете предстояло пройти только в феврале 1976 г. на расстоянии 2,445 а. е. от Солнца. За пять месяцев после обнаружения комета, имея очень медленное видимое движение (из-за большого расстояния), сумела пересечь с северо-запада на юго-восток лишь одно (правда, большое) созвездие Девы.

10 июня австралийский астроном А. Дж. Лонгмор на обсерватории Сайдинг Спринг обнаружил на пластинке Службы неба, снятой на 122-сантиметровом телескопе Шмидта, диффузный объект 17-й звездной величины с небольшой центральной конденсацией и слабым хвостом. Комета находилась в созвездии Телескопа. На другой день ее удалось наблюдать визуально в 381-сантиметровый англо-австралийский телескоп.

По наблюдениям кометы Лонгмора за июнь и июль Б. Марсден заподозрил, что она движется по коротко-

периодической орбите. Наблюдение Т. Хэвордена на той же обсерватории 6 августа подтвердило это предположение (комета была в это время уже в созвездии Жертвенника). Элементы эллиптической орбиты оказались следующими:

$$\left.\begin{array}{ll} T = 1974\ \text{XI}\ 4{,}3357 & \omega = 196^\circ{,}2604 \\ e = 0{,}3422 & \Omega = 15^\circ{,}0082 \\ a = 3{,}6518\ \text{а. е.} & i = 24^\circ{,}4023 \end{array}\right\}\ 1950{,}0$$

$$P = 6{,}979\ \text{года} \qquad q = 2{,}4020\ \text{а. е.}$$

Итак, комета Лонгмора была обнаружена спустя семь месяцев после прохождения через перигелий. Ее можно было наблюдать и гораздо раньше. Так, в начале 1974 г. комета двигалась по северной границе созвездия Малого Льва и имела блеск 18—19-й звездной величины. Поэтому ее можно было бы поискать на пластинках, снятых в этот период. Комета Лонгмора получила предварительное обозначение 1975g.

Следующая комета была самой яркой кометой года. Первым ее обнаружил 2 июля японский любитель астрономии Тору Кобаяси в Имадате (близ г. Фукуи, к северу от Киото). В ту же ночь ее наблюдали извещенные Кобаяси три других японских наблюдателя: Мацумото, Фудзии и Харада. Комета находилась в Водолее, была 8-й звездной величины и представлялась диффузным объектом без конденсации и ядра.

5 июля комету заметил американский любитель астрономии Дуглас Бергер (Юнион Сити, Калифорния), а 7 июля — Деннис Милон (Маунт Вашбейн, Вайоминг). Милон первым сообщил об открытии и некоторое время комету называли кометой Милона. В дальнейшем ей присвоили название: комета Кобаяси—Бергера—Милона и обозначение 1975h. 5 июля комету 1975h наблюдали получившие сообщение Бергера Э. Харлан и А. Клемола, рассмотревшие у кометы конденсацию и небольшой хвост.

Совершенно независимо, но на две недели позже первооткрывателей комету 1975h обнаружили некоторые советские любители астрономии. 15 июля ее заметили члены Крымского отделения ВАГО С. Жительзейф и В. Якутович на метеорной станции им. Г. О. Затейщикова в Судаке. Она была уже 6-й звездной величины и

находилась между звездами 28 и 29 Лисички (из созвездия Водолея, где ее наблюдал Кобаяси, комета переместилась через Малого Коня и Дельфина в Лисичку). 18 июля ее заметил студент К. Чернис, член Литовского отделения ВАГО (Вильнюс), 23 июля — школьники из Дивногорска С. Гурьянов и Ю. Баталов. Комета в это время была уже 5-й звездной величины. С 18 июля ее регулярно наблюдали в Киеве, на кафедре астрономии КГУ. Комета продолжала быстро передвигаться по небу, совершив своеобразный «марш» через созвездия Лиры, Геркулеса, Дракона, Б. Медведицы, Гончих Псов, Малого Льва и далее прямо на юг вдоль круга склонения $10^ч\ 30^м$. Ежесуточно она перемещалась на 4 градуса дуги. Дело в том, что комета в это время (конец июля) была всего на 0,29 а. е. от Земли и на 1 а. е. от Солнца, продолжая приближаться к нему. Перигелий комета прошла 5 сентября на расстоянии 0,425 а. е. от Солнца. Наклон ее орбиты к эклиптике, в отличие от комет Когоутека и Смирновой—Черных, большой — 80°. Комета продолжала двигаться на юг через Лев, Секстан, Гидру, Насос и 30-го сентября пересекла небесный экватор. Ее блеск и длина хвоста возрастали. В августе она была уже 4-й звездной величины, а длину хвоста оценивали до 14°. В начале сентября наблюдать комету стало трудно, она уже скрывалась в лучах вечерней зари, но К. Чернис наблюдал ее хвост до 3 сентября.

Различными обсерваториями были произведены разнообразные физические наблюдения кометы Кобаяси — Бергера—Милона: поляриметрические, спектральные и радионаблюдения.

В спектре кометы, полученном 18—19 июля с помощью спектрометра Сейя—Намиока, установленного на телескопе АЗТ-14 (48-сантиметровом светосильном рефлекторе) южной станции ГАИШ в Крыму, были обнаружены интенсивные полосы излучения углерода (C_2 и C_3), циана (CN), гидроксила (OH) и нитроводорода (NH). Аналогичные результаты были получены на Гиссарской обсерватории Академии наук Таджикской ССР, на Одесской обсерватории, в Абастумани и в других местах. Кроме того, наблюдался слабый непрерывный спектр, в котором 10 и 11 августа наблюдалось резкое усиление. Одновременно, предположительно между 9 и 10 августа, произошло резкое расширение головы кометы, зафиксированное на Кометной обсерватории

кафедры астрономии КГУ в Лесниках (40 *км* от Киева). Расширение как циановой, так и углеродной оболочки происходило с одинаковыми скоростями 120—140 *м/сек*. Киевские астрономы К. И. Чурюмов и Ф. И. Кравцов полагают, что эти явления связаны со взрывом в голове кометы, происшедшем 9—10 августа. В последующие даты голова кометы уменьшилась почти до первоначальных размеров.

Поляризация света кометы изучалась в Институте астрофизики Академии наук Таджикской ССР с электрополяриметром, установленным на 70-сантиметровом рефлекторе АЗТ-8. Как в общих лучах, так и в узкополосных спектральных участках поляризация составляла от 4 до 10%. Р. С. Ошеров на Гиссарской обсерватории того же института обнаружил, что поляризация носит эллиптический характер (излучение кометы поляризовано по эллипсу). Поляризация света комет связана с рассеянием солнечных лучей на твердых частицах (обычно этот вид поляризации преобладает в хвостах комет) и с резонансным излучением молекул (в голове кометы), в частности, молекул натрия (излучение натрия, хотя и слабое, тоже наблюдалось в спектре кометы 1975h).

8 августа астрономы обсерватории Китт Пик (США) Э. Рёмер и Мак-Каллистер с помощью 229-сантиметрового рефлектора обнаружили периодическую комету Чурюмова—Герасименко в ее втором наблюдавшемся появлении, так что она стала 67-й кометой, наблюдавшейся при двух и более появлениях. Комета была очень слаба (19,5 звездной величины) и находилась в северной части созвездия Микроскопа, на границе с Козерогом. Ее положение хорошо соответствовало эфемеридам, вычисленным Н. А. Беляевым (Институт теоретической астрономии) и Б. Марсденом. Перигелий комете предстояло пройти лишь 7 апреля 1976 г.

Пройдя попятным движением из Микроскопа в Стрелец, комета 1975i в конце сентября повернула обратно, но пошла чуть севернее — в созвездие Козерога, а затем в Водолей, где ее и застал конец года. Блеск ее к этому времени возрос до 15-й звездной величины.

Две следующие кометы были открыты неутомимыми японскими любителями астрономии, ловцами комет. Комету 1975j первым обнаружил 5 октября учитель Хироаки Мори в префектуре Гифу. Комета была в созвез-

дии Гидры, на границе с Малым Псом, и имела блеск 10-й звездной величины. Независимо ее открыли Я. Сато в Точиги и Д. Фудзикава в Кагаве. Комета представлялась диффузным объектом с центральным сгущением без хвоста. Она находилась в момент открытия на расстоянии 1,87 а. е. от Земли и 1,83 а. е. от Солнца, приближаясь к ним. На небе комета быстро перемещалась на юг, в ноябре перешла в созвездие Компаса, а затем в Паруса. Вычисления орбиты показали, что перигелий она должна пройти 25 декабря. Плоскость орбиты кометы наклонена почти на 90° к плоскости эклиптики. В перигелии комета находилась в 1,60 а. е. от Солнца. Комета была в это время 8-й звездной величины.

Комета 1975k была открыта 7 октября Судзуки (префектура Анчи), а затем независимо Сайгудзой в Яманаси, уже известным нам Х. Мори и еще двумя японскими наблюдателями. Только 13 октября комету заметил К. Чернис из Вильнюса. Комета во время открытия находилась в Б. Медведице, представлялась диффузным объектом 8-й звездной величины без конденсации и хвоста. Но уже в середине октября несколько наблюдателей отметили центральное сгущение. Диаметр головы равнялся 7′.

Орбита кометы, вычисленная Б. Марсденом, показала, что комета прошла перигелий почти в день вычисления орбиты — 15 октября, на расстоянии 0,84 а. е. от Солнца. Наклон орбиты к эклиптике составил 118°, иначе говоря, комета двигалась обратным движением. Но самое интересное заключалось в том, что 31 октября комета прошла от Земли всего в 16 миллионах километров. Ее блеск к этому времени возрос до 5-й звездной величины, но комета перешла в южное полушарие. Путь ее по небу проходил через созвездия Б. Медведицы, Волос Вероники, Девы, Весов, Волка, Скорпиона, Жертвенника, Телескопа, Индейца, Журавля. К концу ноября комета ослабела до 10-й звездной величины.

Комета 1975l оказалась периодической кометой Харрингтона — Эйбелла (1954 XIII) в ее четвертом наблюдавшемся возвращении. Обнаружила ее Э. Рёмер на пластинках 229-сантиметрового рефлектора обсерватории Стюарда (Китт Пик), снятых 6 октября. Комета была 21-й звездной величины (!), но точно двигалась в соответствии с эфемеридой Марсдена, несмотря на то, что, как следовало из расчетов, в апреле 1974 г. она

испытала тесное сближение с Юпитером (на 0,037 а. е.). В момент открытия комета находилась в созвездии Овна, затем, двигаясь попятным движением, перешла в Треугольник, описала петлю и «приготовилась» вернуться в Овен, но тут ее застал конец года. Перигелий ей предстояло пройти только 21 апреля 1976 г. на расстоянии 1,77 а. е. от Солнца.

В ту же ночь 6 октября Э. Рёмер и М. Даниель обнаружили на пластинке достаточно конденсированный объект 20-й звездной величины, хорошо совпадавший с предсказанным положением периодической кометы Аренда (1951 X). Это было ее четвертое наблюдавшееся появление. Комета находилась в созвездии Рыси (любопытно, что в этом же созвездии ее обнаружили в предыдущее появление, в 1967 г.). Комета удалялась от Солнца, но приближалась к Земле, поэтому к концу года стала даже несколько ярче, чем при открытии. Ей было присвоено предварительное обозначение 1975m.

Комета 1975n (18^m) была обнаружена астрономом Европейской Южной обсерватории Р. Уэстом в начале ноября на пластинке, полученной с метровым телескопом Шмидта в Ла Силла 24 сентября, но вскоре он нашел ее на пластинках за 10 и 13 августа. Фотографирование производили чилийские астрономы О. и Х. Пизарро, но комета получила имя только Уэста. Комета была в созвездии Южной Рыбы, затем, двигаясь попятным движением, перешла в Микроскоп и Стрелец, описала петлю и вернулась в Микроскоп. Перигелий ей предстояло пройти 25 февраля 1976 г., причем довольно близко от Солнца (на 0,2 а. е.). В связи с этим в феврале и марте 1976 г. комета была видна невооруженным глазом, хотя и находилась очень близко от Солнца.

Комета 1975o — новая короткопериодическая комета, открытая астрономом Лунной и планетной обсерватории Аризонского университета Т. Герельсом 4 ноября. Вычисления Марсдена показали, что перед нами — шестая новая периодическая комета, открытая в этом году. Приводим ее элементы:

$$\left.\begin{array}{ll} T = 1977\ \mathrm{VII}\ 6{,}1 & \omega = 241^\circ{,}2 \\ e = 0{,}144 & \Omega = 24^\circ 2{,}2 \\ a = 4{,}008\ \text{а. е.} & i = 1^\circ{,}1 \end{array}\right\}\ 1950{,}0$$

$$P = 8{,}02\ \text{года} \qquad q = 3{,}429\ \text{а.е.}$$

Комета была найдена в созвездии Рыб, где она описывала петлю, меняя попятное движение на прямое. Она была 18-й звездной величины. Это — уже третья периодическая комета, открытая Т. Герельсом (две других были им открыты в 1972 и 1973 гг.), поэтому ей присвоено наименование: комета Герельса-3.

Комета 1975p была открыта 11 ноября Бредфилдом (открывшим в марте комету 1975d) в Австралии. Она находилась в созвездии Насоса, была 9—10-й звездной величины и представлялась диффузной, без ядра и хвоста. Ее вскоре заметили на других обсерваториях южного полушария. Согласно вычислениям комета прошла перигелий 21 декабря, а 23 декабря Земля пересекла плоскость орбиты кометы и наблюдателям представилась редкая возможность увидеть «антихвост» кометы, направленный к Солнцу. Он состоит из крупных частиц, для которых сила солнечного притяжения превышает силу давления солнечных лучей.

Орбита кометы имеет наклон 70° к эклиптике. В перигелии комета прошла на расстоянии 0,22 а. е. от Солнца. В это время она находилась в 6° от дневного светила, что сильно затрудняло ее наблюдения. По небу комета перемещалась исключительно быстро, соревнуясь в этом отношении с кометой Кобаяси—Бергера—Милона. Из Насоса она перешла в Центавр, затем прошла через созвездия Волка, Скорпиона, Стрельца, Щита, конец года застал ее уже в Орле.

Последняя комета этого урожайного года (уступающего по числу открытий лишь 1970 г.) — комета 1975q — была открыта японским наблюдателем Я. Сато (уже имеющим на счету несколько открытых им комет, в том числе комету 1975j). Это произошло 5 декабря. Комета находилась в созвездии Волос Вероники, имела диффузный вид, без ядра и хвоста, 9-й звездной величины. Комета быстро двигалась на юг — со скоростью 2° в сутки. Вскоре у нее удалось различить центральное сгущение.

Интересные явления были замечены в комете Швассмана—Вахмана-1, наблюдаемой в любой точке своей орбиты. Бóльшую часть года комета была слабее 18-й звездной величины. Но 25 октября произошла вспышка ее блеска до 13-й звездной величины, т. е. более чем в 100 раз. В течение недели блеск кометы упал до 14,5 звездной величины, т. е. в четыре раза; внешний вид ее за это время менялся.

В заключение приведем мнение известного исследователя комет профессора С. К. Всехсвятского, автора гипотезы извержения комет с поверхностей планет и их спутников (см. АК на 1973 г., стр. 139). Он полагает, что сам факт открытия в этом году шести новых короткопериодических комет свидетельствует об их недавнем рождении, поскольку, если бы они существовали ранее, мы давно бы обнаружили их. Действительно, как короткопериодические кометы они существуют недавно, но они могли перейти на такие орбиты с долгопериодических благодаря захвату одной из планет-гигантов, скорее всего, Юпитером. Вопрос о происхождении короткопериодических комет не решен до сих пор.

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНЕТ

В. А. Бронштэн

Самым выдающимся событием 1975 г. было получение первых фотографий поверхности Венеры с близкого расстояния, переданных советскими автоматическими межпланетными станциями «Венера-9» и «Венера-10» в октябре 1975 г. Параллельно обе станции выполнили обширную программу измерений физических параметров атмосферы Венеры и ее поверхности.

Продолжалась обработка данных, полученных в результате полета к Марсу в 1974 г. советской эскадрильи автоматических межпланетных станций «Марс-4, 5, 6, 7».

Американская станция «Маринер-10» в третий раз прошла вблизи Меркурия и получила новую серию снимков его поверхности и физических измерений. Были получены интересные сведения о природе Юпитера и его спутников в результате пролета вблизи этой планеты в декабре 1974 г. американской станции «Пионер-11».

Немало интересных результатов принесли и наземные наблюдения.

Новое о Меркурии

16 марта 1975 г. станция «Маринер-10» приблизилась к Меркурию и, несмотря на ряд неполадок в системе ориентации и передающем устройстве, получила и передала на Землю более 300 новых изображений планеты. Среди них были и участки поверхности, сфотографированные год назад (см. АК на 1976 г., стр. 168—171), но на этот раз они находились в иных условиях освещения и под другим углом зрения, что облегчит стереообработку этих снимков.

В области, диаметрально противоположной гигантскому бассейну Калорис, диаметром 1300 *км*, обнаружена холмистая местность с характерными линейными структурами. Нечто подобное наблюдается в противоположных (антиподальных) областях Моря Дождей и Моря Восточного на Луне. По мнению американских геологов П. Шульца и Д. Гаулта, такой рельеф мог быть образован обширными сдвигами и разрушением от сейсмических продольных волн, возникших при ударе астероидов, образовавших эти ударные бассейны, и от сфокусированных в антиподальной области поверхностных волн. При энергии удара порядка 10^{34} *эрг*, учитывая, что в энергию сейсмических волн переходит только 10^{-4} всей энергии удара, можно подсчитать, что продольные волны произведут смещение поверхности в антиподальной области около 10 *м*. Следом за этими волнами туда попадают массы выброшенного при ударе вещества, образуя вторичные кратеры, и наконец приходят более медленные поверхностные волны.

На основании анализа фотографий Меркурия была предложена следующая схема эволюции его поверхности. После завершения процесса аккумуляции и формирования планеты ее поверхность была гладкой. Участки этой древней гладкой поверхности хорошо заметны на Меркурии, в отличие от Луны, что можно объяснить большей силой тяжести на Меркурии, ограничившей образование вторичных кратеров. Далее наступил период интенсивной бомбардировки планеты остатками допланетного роя (планетезималями), во время которой образовались бассейны типа Калорис (или Моря Дождей на Луне, Эллады на Марсе), а также кратеры типа Коперника. Следующий период характеризовался интенсивным вулканизмом и выходом потоков лавы, заполнившей крупные бассейны. На Луне и Меркурии «тепловая машина» выключилась около 3 миллиардов лет назад, на Марсе сравнительно недавно, а на Земле тектоническая активность продолжается до сих пор.

Магнитометрические измерения «Маринера-10» на третьем пролете подтвердили и расширили результаты, полученные при первом пролете год назад, тем более, что на этот раз «Маринер» прошел по другой траектории по отношению к магнитосфере планеты (рис. 1). Стало ясно, что магнитное поле Меркурия принадлежит самой планете, а не индуцировано взаимодействием

с ней солнечного ветра, но магнитосфера Меркурия сильно сжата с солнечной стороны. Как показали измерения специального зонда «Гелиос», запущенного учеными США и ФРГ в сторону Солнца и приблизившегося к нему до расстояния 45 миллионов километров, скорость частиц солнечного ветра превышает на этом расстоянии 800 *км/сек*.

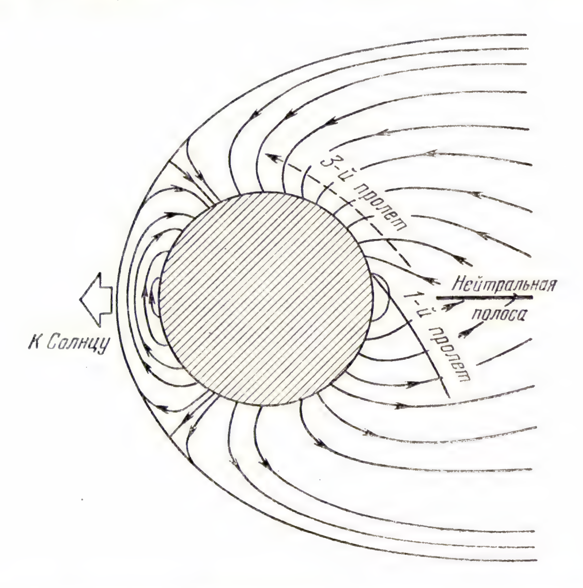


Рис. 1. Схема траекторий космического аппарата «Маринер-10» при первом и третьем пролете относительно магнитосферы Меркурия.

Новые результаты в отношении магнитного поля Меркурия заставили американских исследователей вновь склониться к представлению о динамо-механизме как основном возбудителе магнитного поля Меркурия. Если это предположение подтвердится, то придется признать, что быстрое вращение не обязательно для генерации магнитного поля этим механизмом. Выяснение этого вопроса представит большое значение для проблемы планетарного магнетизма в целом.

Характерным для магнитосферы Меркурия (как и в случае Земли) является наличие в хвостовой части нейтральной полосы, делящей его «магнитный хвост» на две половины. В этой полосе наблюдаются резкие, быстрые

и недолгие всплески потоков протонов и электронов, которые могут появляться в этой полосе в результате затуханий управляющих магнитных полей. В магнитосфере планеты были обнаружены протоны и альфа-частицы (т. е. ядра атомов водорода и гелия), выброшенные активными областями на Солнце. Меркурий, по мнению доктора Дж. Симпсона из Чикагского университета, руководившего этой частью эксперимента «Маринер», представляет собой очень удобный объект для изучения потоков солнечного ветра и отдельных выбросов ядер из активных областей на Солнце, связанных, скорее всего, с горячими кальциевыми факелами, в районе которых образуются солнечные пятна. И дело не только в близости Меркурия к Солнцу, но и в том, что радиус планеты случайно почти равен радиусу спиральных траекторий заряженных частиц, которые они описывают в своем движении вдоль магнитных силовых линий. Меркурий становится удобным «прерывателем» траекторий частиц, позволяя изучать их выбросы из активных областей.

Исследование атмосферы Меркурия показало, что она очень разрежена. Оценка верхнего предела давления у поверхности составляет от $2 \cdot 10^{-9}$ до 10^{-8} *мб* (приведенная в АК 1976, стр. 172, оценка сильно завышена). В составе атмосферы планеты обнаружено небольшое количество гелия; таким образом, присутствие этого газа, отмеченное год назад, получило подтверждение. Ионосфера планеты никак себя не проявила, а это значит, что электронная плотность в ней менее 4000 электронов/*см*^{3}.

Снимки поверхности Венеры

22 и 25 октября 1975 г. советские автоматические межпланетные станции «Венера-9» и «Венера-10» (запущенные с космодрома Байконур 8 и 14 июня того же года) достигли планеты Венеры, вышли на орбиты ее искусственных спутников, после чего от каждой станции отделился спускаемый аппарат, совершивший мягкую посадку на поверхности планеты. Оба аппарата совершили посадку на дневной полусфере Венеры, в 2000 *км* друг от друга, и оба передали на Землю четкие фотографии поверхности Венеры с близкого расстояния.

Уже первый снимок, переданный «Венерой-9», показал нечто принципиально новое и неожиданное (рис. 2).



Рис. 2. Фотография поверхности Венеры, переданная автоматической межпланетной станцией «Венера-9» 22 октября 1975 г. Светлый сегмент внизу — корпус станции, прибор справа — грунтомер.

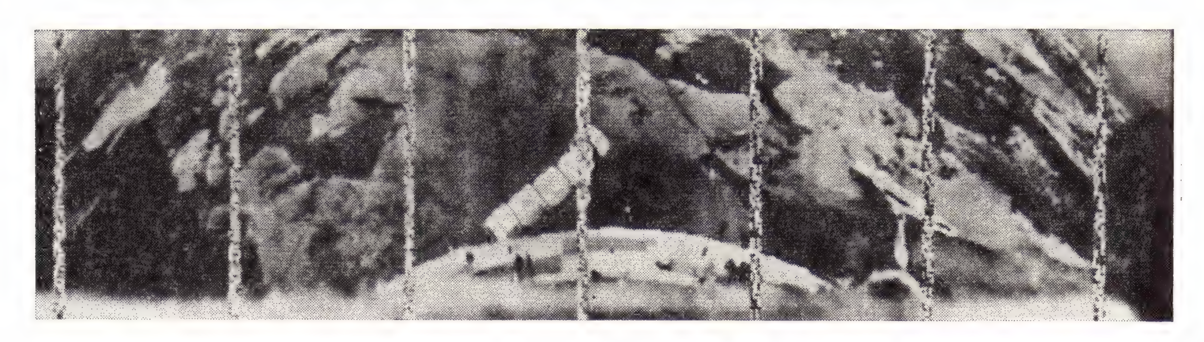


Рис. 3. Фотография поверхности Венеры, переданная автоматической межпланетной станцией «Венера-10» 25 октября 1975 г. Видны приборы станции.

На снимке четко видна груда камней с ровными плоскими гранями и острыми ребрами. Неожиданным является не сам факт наличия камней, а их внешний вид. До сих пор считалось, что действие плотной атмосферы Венеры даже при малых скоростях ветра должно обтачивать камни и мелкие детали рельефа планеты, так что их края должны быть округлыми, как бы отшлифованными. Поскольку этого нет, можно сделать один из двух выводов: либо наши представления о ветровой эрозии на Венере неправильны, либо эта россыпь камней очень свежая. Если верно последнее предположение, то, значит, на планете действуют какие-то силы, дробящие горные породы. Либо это внутренние силы (вулканизм, тектоника), либо внешние (удары метеоритов). Но пробить атмосферу Венеры и упасть на ее поверхность могут лишь очень крупные метеориты, а вероятность встречи с ними сравнительно мала. Таким образом, камни Венеры поставили ученых перед новой проблемой.

На снимке «Венеры-10» (рис. 3) мы не видим такой же россыпи камней, но зато видны многочисленные выходы скалистых горных пород. По мнению академика А. П. Виноградова (высказанному незадолго до его кончины), эти породы — базальтовые, т. е. магматические. Для этого заключения были использованы не только сведения о их внешнем виде, цвете, отражательной способности, но и измеренное специальными гамма-счетчиками радиоактивное излучение, позволившее оценить содержание радиоактивных элементов в породах Венеры (см. АК 1974, стр. 170). Таким образом, базальтовые породы составляют значительную часть коры Венеры, как это имеет место на Луне и на Земле.

На обеих панорамах четко видна линия горизонта. Это показывает, что освещенность поверхности Венеры достаточно высокая, а запыленность атмосферы невелика, и следовательно, нижняя атмосфера Венеры в общем прозрачна. Непрозрачность атмосферы Венеры создает ее облачный слой, который, как теперь ясно, имеет толщину не менее 20—30 *км*.

Еще одно явление, поразившее ученых, первыми ознакомившихся с фотографиями поверхности Венеры, это тени. Действительно, кажется, что детали станции, камни, глыбы на обеих панорамах отбрасывают тени. Может ли это быть? Ведь прямые солнечные лучи не доходят до

поверхности Венеры. Даже если допустить, что в облачном слое есть просветы и в момент фотографирования на местах посадки обеих станций была «ясная погода», значительная оптическая толща газовой составляющей атмосферы Венеры (по оценке М. Я. Марова, не менее 10) превратила бы прямой солнечный свет в весьма рассеянный, диффузный. Теней от такого освещения не бывает.

По мнению доктора физико-математических наук М. Я. Марова, мы имеем здесь дело не с тенями в буквальном смысле слова, а с колебаниями отражательной способности пород и с эффектом затенения нижележащих участков поверхности камнями и глыбами, попросту преграждающими путь лучам даже рассеянного света к ниже расположенным участкам. К этому добавляется другой эффект, связанный с понижением освещенности при косом падении лучей на освещаемую поверхность. Все это и приводит к наблюдаемой на фотографиях картине.

Отражательная способность (альбедо) пород Венеры должна быть низкой (как у Луны и Меркурия), поэтому даже небольшие колебания ее могут создавать (особенно при контрастировании снимков) довольно значительные видимые контрасты.

Проблема оптики венерианской атмосферы и ее облаков, как показали фотографии поверхности планеты и измерения приборами обеих станций, не так проста, как можно было подумать. Только в ходе тщательной обработки всех измерений можно будет составить более или менее ясное представление о физической и оптической толщине облачного слоя, размерах и концентрации его частиц, оптической толщине надоблачной и подоблачной атмосферы, оптическом режиме поверхности. О результатах обработки материалов измерений станций «Венера-9» и «Венера-10» мы сообщим в следующем обзоре.

Пыль и эрозия на Марсе

После грандиозных пылевых бурь 1971 и 1973 гг. стало ясно, что пыль играет значительную роль не только как фактор, уменьшающий прозрачность марсианской атмосферы и оказывающий влияние на тепловой режим его поверхности, но и как источник пылевой эрозии, за длительные периоды времени (порядка миллионов лет) существенно изменяющий рельеф планеты. Впрочем, отдельные формы рельефа возникают или разрушаются под

действием пыли и за гораздо более короткие промежутки времени.

Большое исследование процессов переноса зерен пыли в атмосфере Марса выполнила группа американских исследователей (Б. Уайт, Р. Грилли, Дж. Иверсен, Дж. Поллак). Как показали снимки деталей рельефа Марса, полученные «Маринером-9», «Марсом-4» и «Марсом-5», в их очертаниях уже за несколько месяцев наблюдаются изменения. Для изучения переноса пылинок были применены как численные расчеты, основанные на решении уравнений движения в атмосфере крупных частиц, так и на данных экспериментов. Расчеты показали, что главную роль в переносе частиц играет подъемная сила ветровых движений. На Марсе масштабы переноса пылинок



Рис. 4. Модель обтекания кратера на Марсе потоком ветра (по Б. Уайту и др.).

больше, чем на Земле, но минимальные скорости ветра, способные поднять пыль и переносить ее на большие расстояния, тоже больше.

Особый интерес вызвало объяснение формирования «хвостов» и полос за некоторыми кратерами. Как показали специальные эксперименты в аэродинамических трубах, за кольцевым кратером скорости частиц больше, а углы падения обратно на поверхность меньше, чем в случае отсутствия кратера, что приводит к своеобразному «эффекту очистки» в хвостовой зоне кратера (по отношению к направлению обдувающего его ветра) и к усилению эрозии в этой зоне. Модель обтекания кратера потоком ветра показана на рис. 4. Американским ученым удалось промоделировать и образование параллельных полос за кратерами.

Общая схема развития пылевой бури была построена еще в 1973 г. американскими учеными П. Гирашем и Р. Гуди. Основную роль в ней играет циклонический вихрь (рис. 5), поднимающий пылинки размерами до 30 *мкм*

на высоту свыше 20 *км*. Отсюда десятимикронные частицы оседают вниз, а микронные и субмикронные поднимаются еще выше, до высот в 50 *км*.

Советские астрономы Г. А. Лейкин и Е. В. Забалуева изучили один из возможных механизмов формирования пылевой бури: склоновые ветры. Такие ветры могут возникать, например, в гигантской котловине Hellas (Эллада), представляющей собой светлую округлую депрессию радиусом около 1500 *км*, с весьма ровной поверхностью. Эллада не имет неровностей, превышающих

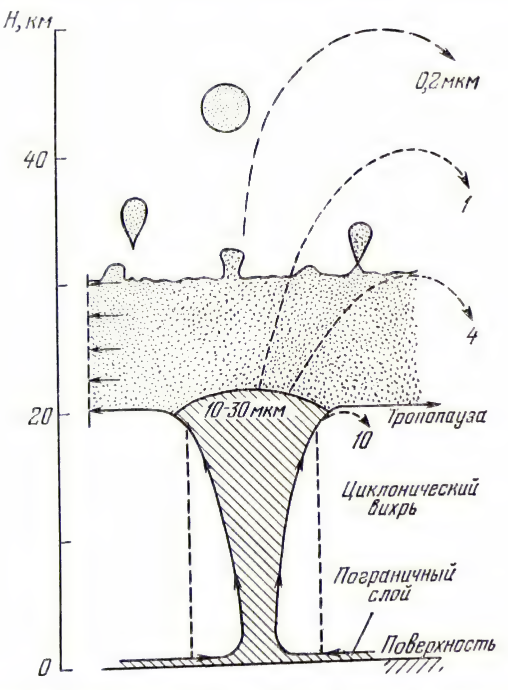


Рис. 5. Развитие циклонического вихря и подъем в атмосферу Марса пылинок разного размера (по П. Гирашу и Р. Гуди).

100—300 *м*, тогда как разность высот между центром и краями котловины достигает 5 *км*. Это способствует возникновению склоновых ветров, но обычно их скорость невелика. Лишь около летнего солнцестояния, в течение примерно трехмесячного интервала, в районе Эллады условия нагрева солнечными лучами таковы, что вдоль всего периметра котловины развиваются

ветры, направленные вверх по склону. Это и может привести к развитию антициклона, на периферии которого скорость достаточна для возбуждения пылевой бури. Не исключено, что и другие большие круговые бассейны Марса (например, Аргир) тоже играют существенную роль в развитии пылевых бурь.

Применив к фотографиям Марса, полученным «Маринером-9», методы фотоклинометрии (фотометрии, учитывающей углы падения и рассеяния света поверхностью, в данном случае пылевым слоем в атмосфере Марса), американский астроном Р. Уайлди нашел, что на уровне примерно 10 *км* (в период пылевой бури) слой пыли имел форму волновой поверхности с перепадами высот 40—50 *м* при расстоянии между гребнями волн около 40 *км*. Такие подветренные волны существуют и в атмосфере Земли: их легко проследить по некоторым формам облаков.

Возможность подъема в атмосферу больших масс пыли зависит во многом от строения марсианского грунта. Исследование структуры марсианского грунта на основе его спектра отражения в видимой и инфракрасной части и тепловых свойств было проведено советским астрономом В. И. Морозом. При этом был использован опыт исследования наземными методами лунного грунта, образцы которого затем попали в руки ученых, что дало возможность проверить надежность этих методов.

Спектральные и тепловые свойства грунта Марса могут быть объяснены на основании следующей модели: грунт состоит из раздробленных изверженных пород, основных (типа базальта) и промежуточных (типа андезита), с небольшой примесью гетита — гидрата окиси железа $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, окрашивающего марсианский грунт в его характерный красноватый цвет. На континентах грунт состоит из более кислых пород, чем в морях. Грунт состоит из двух типов частиц: крупных, размерами в доли миллиметра, и микронных; крупные частицы, возможно, представляют собой конгломераты мелких. Средняя плотность грунта (на основании его тепловых свойств) на глубине 2—4 *см* около 1,2 *г/см*^{3}, причем пористость составляет около 60%. Схематически такое строение грунта изображено на рис. 6.

Совершенно иным путем проблему состава марсианского грунта проанализировал американский геохимик

Р. Хьюгенин. Он применил к марсианским условиям результаты лабораторных исследований процесса окисления магнетита (Fe_3O_4) и выветривания силикатов на солнечном свету. Согласно Хьюгенину, в темных областях (морях) Марса базальты должны переходить в гидратированные, истощенные ионом Fe_2^+, глинистые минералы с небольшим количеством гетита и еще меньшими количествами переходных металлоокислов, таких, как TiO_2, MnO_2, Cr_2O_3. Возможно также образование карбонатов кальция и магния. Глинистые минералы должны быть более обогащены кремнием, чем исходные силикаты, а содержание кислорода, OH и H_2O в продуктах вывет-

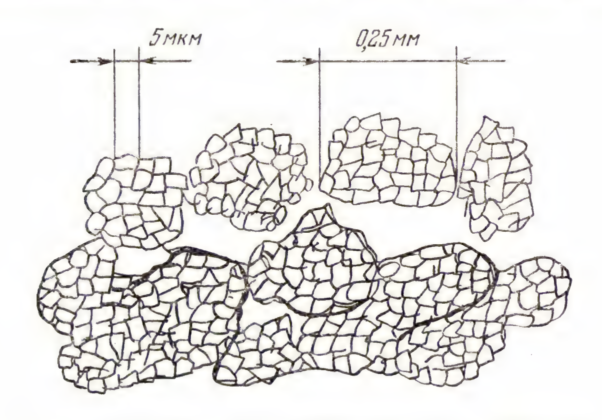


Рис. 6. Структура грунта Марса (по В. И. Морозу).

ривания должно быть значительно больше, чем в исходных минералах. Хьюгенин также полагает, что продукты выветривания пород Марса должны состоять из агрегатов, связанных адсорбированной водой, с диаметром частиц порядка микрона. Если условия на Марсе в течение последнего миллиарда лет были такими же, как теперь, слой переработанных минералов может иметь толщину от метра до километра (увы, данный метод не позволяет оценить эту величину с большей точностью).

Таким образом, два совершенно разных метода, независимо примененных В. И. Морозом и Р. Хьюгенином к анализу свойств грунта Марса, дали близкие результаты и приводят к почти одинаковым представлениям о его природе. Наконец, обработка радиоастрономиче-

ских измерений АМС «Марс-3» привела Н. Н. Крупенио к выводу, что плотность наружного покрова Марса растет от 0,7 *г/см*³ на глубине 20 *см* до 4,2 *г см*³ на глубине двух метров, что тоже согласуется с результатами В. И. Мороза.

Атмосфера Марса

Немало исследований было посвящено строению и составу атмосферы Марса на разных ее уровнях. Часть из них была основана на результатах обработки измерений советской «марсианской эскадры», достигшей красной планеты в феврале — марте 1974 г. (см. АК 1976, стр. 179—183), другие основывались на наземных наблюдениях или теоретических расчетах.

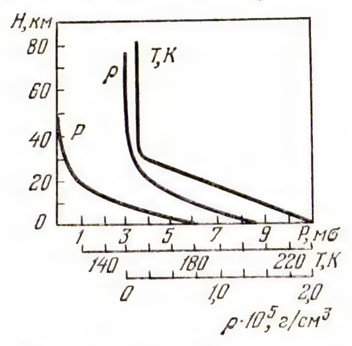


Рис. 7. Модель атмосферы Марса, составленная по данным измерений автоматической межпланетной станции «Марс-6».

Анализ информации, полученной от приборов АМС «Марс-6», позволил получить сведения о параметрах атмосферы Марса в районе ее спуска от поверхности до высоты 80 *км*. Давление у поверхности составило 6,1 *мбар,* в хорошем согласии с предыдущими измерениями. Средняя температура тропосферы 228±10° К и в пределах 30-километрового слоя тропосферы падает на 2,5° К на каждый *км*.

Начиная с высоты 25—30 *км* падение температуры с высотой прекращается — начинается стратосфера, имеющая почти постоянную температуру 144±15° К. Плотность атмосферы от $1{,}5\cdot10^{-5}$ *г/см*³ у поверхности падает на уровне тропопаузы до $5\cdot10^{-7}$ *г/см*³. Модель атмосферы Марса, составленная по результатам прямых измерений «Марса-6», показана на рис. 7.

При заходах и выходах станций «Марс» из-за диска планеты группой сотрудников Института радиотехники и электроники АН СССР производилось радиопросвечивание марсианской атмосферы, на основании которого было определено давление у поверхности в пределах 4,1—5,2 *мбар*, температура атмосферы у поверхности

174—205° К, градиент падения температуры с высотой 3° К на километр (что в 1,5 раза меньше адиабатического градиента для углекислой атмосферы), высота однородной атмосферы 7—10 *км* (того же порядка, что и в земной атмосфере).

Американский ученый А. Клиор, решая ту же задачу по наблюдениям 260 заходов и выходов американского космического аппарата «Маринер-9», получил близкие результаты: средний вертикальный градиент температуры получился 2,3 град/*км*, причем днем он значительно уменьшается из-за прогревания за счет поглощения солнечной радиации взвешенной в тропосфере пылью. Но и ночью градиент никогда не достигает адиабатического, что свидетельствует о более сильном влиянии динамических явлений в атмосфере на ее тепловой режим, чем в земной атмосфере.

Методом радиопросвечивания в Институте радиотехники и электроники было исследовано также строение вечерней и ночной ионосферы Марса, о чем было рассказано в нашем предыдущем обзоре (АК 1976, стр. 182—183).

Строение атмосферы Марса на высотах 120—220 *км* было изучено В. А. Краснопольским. Он использовал для этого измерения интенсивности флуоресцентных полос CO_2 и CO_2^+, полученные космическими аппаратами «Маринер-6, 7», а также наблюдения радиозатмений. Оба ряда наблюдений (по свечению и по радиозатмению) хорошо согласуются друг с другом, но требуют внесения поправок в прежние модели. Так, содержание CO_2 на высоте 120 *км* получилось таким же, как и прежде, но выше оно постепенно убывает и на уровне 220 *км* уже втрое меньше, чем принималось ранее. Соотношение числа ионов и нейтральных молекул CO_2 таково, что поток солнечного ионизующего излучения должен быть в 2,5 раза сильнее, чем принималось ранее. На высоте 135 *км* (максимум ионизации в дневной и вечерней ионосфере) ионы CO_2^+ составляют 15—20% всех ионов, откуда следует, что атомы кислорода (дающие основную долю ионов) составляют на этой высоте 3% всех атомов и молекул.

Профиль температуры высоких слоев атмосферы Марса, по В. А. Краснопольскому, выглядит так. На высоте 120 *км* температура равна 250° К. Выше температура растет, но медленно, на 0,7 град/*км*. У уровня

160 *км* происходит «излом» температурной кривой и выше рост температуры умеренный, с градиентом 2 град/*км*. На высоте 220 *км* достигается температура 370° К. (В земной атмосфере температура на этих уровнях гораздо выше, от 500 до 1400° К). Такой ход температуры может быть объяснен переносом энергии за счет молекулярно-вязкостной диссипации и вихревой диффузии, резкое изменение которой на высоте 160 *км* и объясняет «излом» температурной кривой.

Большое число работ было посвящено составу атмосферы Марса. Как уже сообщалось в нашем предыдущем обзоре (АК 1976, стр. 181—182), есть много данных в пользу того, что около трети марсианской атмосферы составляет инертный газ аргон. Совместный анализ существующих спектроскопических наблюдений насыщенных и ненасыщенных линий CO_2, а также наблюдений радиозатмений привел В. И. Мороза к выводу, что наиболее вероятное содержание аргона составляет 25±10%, что не противоречит оценке «Марса-6». К такой же оценке независимо приходят американские геофизики Дж. Левин и Г. Риглер на основании сравнения с содержанием аргона в земной атмосфере. По их мнению, присутствие аргона в марсианской атмосфере содействует охлаждению верхней термосферы и экзосферы и может объяснить некоторое расхождение между теоретической и более низкой наблюдаемой температурой на больших высотах.

Результаты измерений содержания водяного пара на АМС «Марс-5» были подытожены В. И. Морозом и А. Э. Наджипом. Как известно, наземные наблюдения указывали на изменения содержания H_2O в атмосфере Марса в пределах от 10 до 50 *мкм* осажденного слоя. После пылевой бури 1971 г. содержание пара было малым — 10—20 *мкм*. Интерференционно-поляризационный фотометр «Марса-5» измерял интенсивность полосы водяного пара на волне 1,38 *мкм*. В некоторых областях Марса содержание H_2O достигало 100 *мкм* осажденного слоя, т. е. гораздо больше, чем в тот же сезон за два года до этого. Обнаружены большие пространственные вариации содержания водяного пара (в 2—3 раза на протяжении нескольких сотен километров).

Как мы уже сообщали (АК 1976, стр. 182), в атмосфере Марса приборами «Марса-5» обнаружен озон. Максимум его концентрации приходится на высоты 35—

40 *км* (в атмосфере Земли — на 25 *км*), а концентрация на этом уровне составляет около $7 \cdot 10^9$ $см^{-3}$, т. е. на три порядка величины меньше, чем в области максимума на Земле.

Низкое содержание озона на низких широтах и более высокое — в холодных районах получило объяснение в работе американского специалиста по физике атмосферы Д. Хантена. Он дал также окончательное объяснение стабильности CO_2, которая должна диссоциировать на CO и O. Основным механизмом восстановления CO_2 является каталитическое действие водорода и его соединений. Продукты диссоциации CO_2: атомарный кислород и окись углерода в результате перемешивания попадают в нижнюю атмосферу, где происходит цепь реакций, приводящих к восстановлению CO_2:

$$H + O_2 + M \rightarrow HO_2 + M, \quad O + HO_2 \rightarrow OH + O_2,$$
$$H_2O_2 + h\nu \rightarrow 2OH, \quad CO + OH \rightarrow CO_2 + H.$$

Источником водорода, а также OH, H_2O_2 и HO_2 является испарение воды, содержащейся в коре Марса. На высоких широтах все эти соединения замерзают и реакция, приводящая к уничтожению озона,

$$H + O_3 \rightarrow OH + O_2,$$

не идет, поэтому содержание озона в холодных районах повышено.

Анализ содержания CO в атмосфере Марса был проведен американскими физиками М. Муммой, Г. Морганом и Дж. Ментоллом. Для этого они использовали возможность наблюдать в ультрафиолетовом диапазоне свечение дневного неба Марса, в частности, в полосах CO. Среди этих полос есть так называемые «горячие» полосы, возбуждаемые ударами энергичных электронов при диссоциации CO_2. Американские ученые изучили в лаборатории поглощение излучения в этих полосах в обычном CO при температуре 300° K, но при различных давлениях от нуля до 1000 *мторр* (миллиторр — одна тысячная миллиметра ртутного столба). Это дало возможность получить значения содержания CO на высотах 150 и 170 *км*: $1{,}5 \cdot 10^8$ и $6{,}8 \cdot 10^7$ $см^{-3}$ соответственно. Вертикальный столб CO на высоте 170 *км* равен $2{,}5 \cdot 10^{15}$ $см^{-2}$, на высоте 150 *км* — $5{,}8 \cdot 10^{15}$ $см^{-2}$. Это говорит о том, что коэффициент вихревой диффузии равен на этих высотах $5 \cdot 10^7$ $см^2/сек$, т. е. на порядок меньше, чем предполагал в свое время американский теоретик

М. Мак-Элрой, но все же на порядок больше, чем в атмосфере Земли.

Две работы были посвящены присутствию в атмосфере Марса еще одной малой компоненты. Речь идет о двуокиси азота NO_2. Надо сказать, что до сих пор не получено явного спектроскопического свидетельства наличия в атмосфере Марса самого распространенного газа земной атмосферы — азота. Косвенным свидетельством присутствия азота могло бы быть обнаружение его соединений. И вот еще в 1971 г. советский астроном А. Р. Гайдук объявил об обнаружении им трех депрессий в спектре Марса, соответствующих полосам NO_2 на длинах волн 3911, 4351 и 4482 Å. В спектре Луны этих депрессий не было. В области южной полярной шапки депрессии усиливались. Однако проверка этих результатов по данным «Маринеров-6, 7», проведенная группой Хорна, не дала подтверждения. К отрицательному результату привели и измерения спектров Марса большой дисперсии, полученных Н. Б. Ибрагимовым и В. А. Бронштэном на Шемахинской астрофизической обсерватории в 1971 г., а также Т. Оуэном и его сотрудниками на обсерватории Мак-Дональда в 1973 г. Обе серии спектрограмм, полученные на крупных инструментах (2—2,7 *м*), не показали никаких заметных полос или депрессий, которые можно было бы приписать NO_2, поэтому верхний предел его содержания оценен группой Оуэна в 8 *мкм-атм*, Н. Б. Ибрагимовым и В. А. Бронштэном — в 20 *мкм-атм*. Верхний предел содержания оценивается Т. Оуэном в 5%, что еще довольно много. Общее содержание CO, по Оуэну, составляет $1{,}6\cdot10^{-3}$, O_2 — $1{,}1\cdot10^{-3}$ (0,11%), H_2O — $3\cdot10^{-4}$, O_3 — $3\cdot10^{-8}$.

Остаются еще два газа: водород и гелий. Содержание водорода в верхних слоях атмосферы Марса было оценено группой советских (В. Г. Курт, С. Д. Чувахин и др.) и французских (Ж.-Л. Берто, Ж. Бламон) ученых по показаниям лайман-альфа фотометра, работавшего на «Марсе-5». Плотность атомов водорода на критическом уровне, с которого начинается их диссипация в мировое пространство, равна $2{,}3\cdot10^4$ *см*$^{-3}$, температура на этом уровне 325° К.

Гелий, как и аргон, образуется в результате распада радиоактивных элементов в коре планеты. Диссипация гелия из атмосфер Марса и Земли происходит

с почти одинаковой скоростью. Поэтому, несмотря на отсутствие спектроскопических данных в отношении гелия, В. И. Мороз сделал попытку теоретически оценить содержание и вертикальное распределение этого газа, опираясь на установленное «Марсом-6» присутствие аргона. По мнению В. И. Мороза, на высотах 600—1500 *км* главным компонентом атмосферы Марса должен быть гелий.

Таким образом, о составе атмосферы Марса мы имеем пока довольно приблизительные представления. Однако они намного увереннее, чем были, скажем, 10 лет назад. И можно не сомневаться, что скоро мы будем знать состав атмосферы Марса, не хуже, чем нашей собственной атмосферы.

Геология Марса

Продолжались исследования по сравнительной геологии Марса. Американский геолог Д. Вильгельмс сравнил марсианские геологические области с лунными. Хотя Марс и Луна показывают одинаковое четкое разделение деталей на старые возвышенные и молодые низменные формации, имеются и значительные различия между Марсом и Луной. На Марсе древние местности содержат гораздо меньше бассейнов и кратеров и гораздо больше равнинного вещества, чем древние области Луны. Приподнятые марсианские равнины, образующие плато, Вильгельмс считает имеющими насыпное происхождение, возможно, за счет вулканической деятельности. Некоторые из равнин типа плато по плотности кратеров сравнимы с лунными морями (где кратеров сравнительно мало), но гораздо более обширны. Вильгельмс считает, что эти равнинные плато образовались в период резкого ослабления метеоритной бомбардировки от весьма сильной в начале до весьма спокойной в конце периода.

Другой американский геолог К. Джонс на основании анализа распределения кратеров по размерам в 38 избранных районах пришел к выводу, что Марс пережил сравнительно короткий период интенсивного разрушения кратеров. Этим, по его мнению, можно объяснить региональные различия наблюдаемой плотности целых и разрушенных кратеров. Причиной такого «повального»

разрушения кратеров могли явиться мощные тектонические явления и движения коры.

Исследование горизонтальных движений марсианской коры на основе изучения фотомозаичных карт Марса было проведено французскими геофизиками В. Куртилло и К. Аллегре и геологом М. Маттауэром. Ученые пришли к выводу о возможности больших горизонтальных движений сравнительно толстых участков литосферы. В своих рассуждениях они исходили из концепции глобальной тектоники плит (см. АК 1975, стр. 164—165). Развивая эту концепцию, они заключили, что район грандиозного разлома Копрат представляет собой «тройную точку», т. е. место столкновения трех плит, одна из которых образовала плато Тарсис с его большими вулканами, другая лежит к северу от Копрата, а третья к югу от него.

Альтернативную гипотезу высказали Д. Мак-Аду и Дж. Бернс из Корнельского университета (США). По их мнению, Копрат появился в результате сил напряжений, возникших в коре Марса при перемещении (блуждании) его полюсов. Изменение положения оси и полюсов планеты должно привести к изменению кривизны литосферы, а это в свою очередь может создать напряжения до 10 *кбар*. Так некоторые геологи объясняют происхождение Восточно-Африканской рифтовой системы на Земле.

В отличие от группы Куртилло, американский геолог М. Карр объясняет тектонику области Тарсис и образование там вулканов и разломов не горизонтальными движениями коры, а вертикальным поднятием, которое эта область испытала миллиард лет назад. Мощное тектоническое поднятие в области Лабиринт — Тарсис, поперечником 3000—4000 *км* и высотой 7 *км* в центре, было асимметричным и привело, по мнению Карра, к обширным разломам коры. Причиной подъема могла быть конвекция в мантии. Подобное поднятие, по-видимому, является единственным на Марсе. Три вулкана в области Тарсис (Арский, Аскрейский и Павлиний) образовались после поднятия, так как они моложе системы разломов.

Происхожение высочайшей марсианской горы Олимп (Olympus Mons), являющейся одновременно высочайшей горой в Солнечной системе, явилось предметом исследования американских геологов Дж. Кинга и

Дж. Риле. Гора Олимп ограничена крутым, почти круговым откосом, являющимся уникальным образованием на планете. Его происхождение, всего вероятнее, связано с эрозией, так как трудно приписать его формирование исключительно потокам базальтовой лавы, хотя эти потоки, несомненно, играли главную роль в формировании центральной части склонов вулкана. Внешние части подножия вулкана должны состоять из отложений пеплового туфа, накапливавшихся при извержениях. С удалением от жерла вулкана растет и пористость туфа. Ветровая эрозия привела к выветриванию слабо уплотненных туфов на больших расстояниях от кальдеры, способствуя увеличению угла откоса. По мере роста вулкана склон отступал к его центральной части — происходило как бы ветровое подмывание склона. Круговая форма подножья вулкана отражает равномерное распределение плотности вещества по различным направлениям.

Многие работы были посвящены марсианским каналам (в современном понимании этого слова, т. е. руслоподобным долинам). Группа советских специалистов из Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского во главе с К. П. Флоренским составила классификацию марсианских долин. В этой классификации пять типов. Первый тип — долина Узбой длиной свыше 800 *км* и шириной до 25—30 *км,* а в южной части — до 80 *км.* Второй тип — долина Ниргал, длиной 600 *км,* и шириной 3—5, местами до 10—15 *км,* извилистая, с симметричными бортами и плоским дном. Третий тип — дендритовидные (т. е. похожие на ветви деревьев) «притоки» долин первых двух типов длиной в десятки километров и шириной 0,5—1 *км.* Четвертый тип — оврагоподобные формы на бортах долин первых трех типов и на внутренних склонах кратеров длиной до 20—30 *км* и шириной 3—5 *км.* Пятый тип — узкие (0,5 *км*) и относительно длинные (более 100 *км*) неясно выраженные борозды.

Иную классификацию предложил один из руководителей программы «Маринер» Г. Мазурский (хотя в ней тоже пять типов). Тип 1, по Мазурскому, соответствует первым двум типам классификации Флоренского и его сотрудников, тип 2 — второму и третьему, тип 5 — пятому. Типы 3 и 4 объединяют запутанные сети мелких каналов, встречающиеся повсеместно в экваториальной

зоне на наиболее крутых склонах, например, на валах кратеров, и в районах с изрезанным рельефом. Американские геологи Р. Шарп и М. Малин делят каналы только на два типа: эндогенные (порожденные образованием сбросов, оседанием коры, вулканизмом, разломами и растяжением коры) и экзогенные (обязанные своим происхождением ветровой и лавовой эрозии, флювиальным явлениям, размыванию). Возраст большинства каналов, по Шарпу и Малину, достигает 3 миллиардов лет.

Однако в вопросе о возрасте каналов нет полного единодушия. По мнению Г. Мазурского, он заключен в пределах от половины возраста коры Марса (т. е. от 2,5 млрд. лет) до сравнительно недавних эпох. У. Хартманн полагает на основании исследования возраста кратеров в тех же районах, что каналы образовались не менее 10 миллионов лет назад, причем около 100 миллионов лет назад был период усиления флювиальной активности, хотя активность меньших масштабов могла иметь место раньше и позже.

Источником воды в каналах в периоды, когда существование жидкой воды на Марсе было возможно (т. е. когда давление атмосферы было больше современного за счет потепления климата и испарения полярных шапок), являлись подпочвенные воды, таяние вечных льдов, растопляемых вулканическим теплом или ударами метеоритов, но не атмосферная вода.

Исследования каналов говорят в пользу того, что на их образования влияли долговременные изменения климата Марса с периодами порядка $10^7 - 10^8$ лет, а не короткопериодические (около 10^6 лет), связанные с изменением наклона оси Марса (см. АК 1975, стр. 169—172). Это говорит в пользу изменения потока солнечного излучения в результате перемешивания вещества в недрах Солнца как причины изменения климата и появления, а затем исчезновения текущих рек на Марсе.

А как же со старой сетью «каналов», открытых 100 лет назад Дж. Скиапарелли, а затем П. Ловеллом, и наделавших в свое время так много шума? Анализ этой сети был осуществлен на основе современных фотографий и карт марсианской поверхности американскими астрономами К. Саганом и П. Фоксом. Результаты оказались неутешительными. Конечно, некоторые из старых

«каналов» (Копрат, он же Агатодемон, Цербер, Тот, Непентес) оказались связанными с реальными структурами поверхности. О разломе Копрат мы уже говорили. Другой подобный же случай — «канал» Цераунивс, также связанный с разломом. «Канал» Стикс связан с горной грядой Флегра. Цербер и Непентес — реальные детали альбедо Марса (темные полосы). Большинство же «каналов» не связаны ни с деталями рельефа, ни с деталями альбедо на поверхности Марса, и представляют собой просто оптическую иллюзию. Таков суровый приговор современной науки одной из самых популярных гипотез, родившейся почти ровно век назад.

Строение Юпитера

3 декабря 1974 г. американский космический аппарат «Пионер-11» после 20-месячного полета пролетел вблизи Юпитера и передал новые фотографии его поверхности и облачного слоя и большой объем научной информации. На пути космический зонд преодолел немалые трудности: дважды он сталкивался с небольшими метеоритами, испытал действие радиационных поясов Юпитера, интенсивность радиации которых в 40 000 раз превосходит интенсивность радиационных поясов Земли, электронная аппаратура «Пионера» выдержала встречу с головной ударной волной магнитосферы планеты, что равносильно воздействию тока мощностью в 4 *квт*.

В результате обработки данных «Пионера-11», с учетом измерений «Пионера-10», вырисовывается следующая картина внутреннего строения Юпитера, построенная Дж. Андерсоном из Лаборатории реактивных двигателей Калифорнийского университета и У. Хаббардом из Аризонского университета (рис. 8). Эта модель основана на измерениях гравитационного и магнитного полей планеты, ее потока излучения и лабораторных данных о поведении водорода, гелия и их смеси при больших давлениях и высоких температурах.

Центральную часть планеты занимает небольшое твердое железо-силикатное ядро, радиусом около 4000 *км*. На его внешней границе температура достигает 30 000° К. Необходимость существования такого ядра вытекает из космогонических соображений, поскольку тяжелые элементы, входившие в состав протопланетной

туманности, должны были в ходе гравитационной дифференциации в теле планеты образовать плотное ядро.

Далее идет зона жидкого металлического водорода. Это означает, что при высоком давлении электроны не связаны с конкретными атомами, а свободно передвигаются между ними, принадлежа как бы одному гигантскому кристаллу, как в металлах, но вследствие высокой

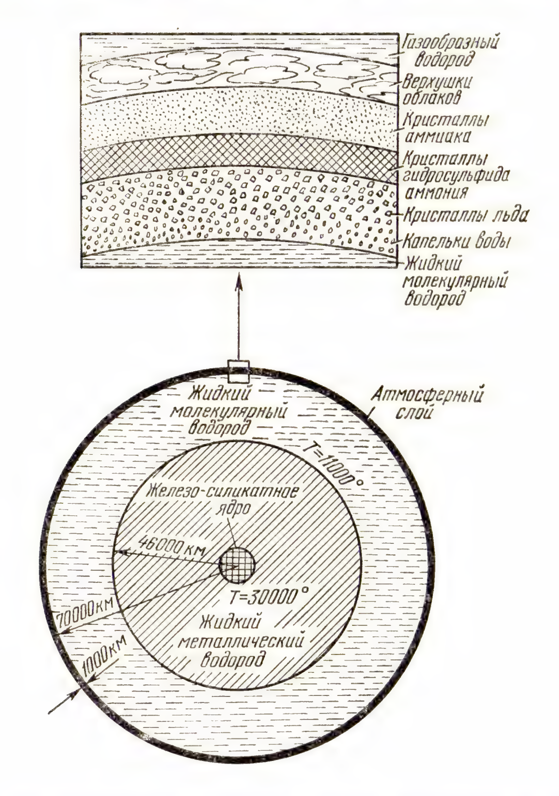


Рис. 8. Схема внутреннего строения Юпитера и строения его атмосферы (по Дж. Андерсону и У. Хаббарду).

температуры этот кристалл обладает свойствами жидкости. Радиус этой зоны 46 000 *км*. На ее внешней границе реализуется температура 11 000° К и давление $3 \cdot 10^6$ *атм*.

Еще дальше располагается зона жидкого молекулярного водорода. Она простирается до глубины около

1000 *км* от видимой поверхности Юпитера, иначе говоря, имеет толщину 24 000 *км*. Выше располагается атмосферный слой, состоящий в свою очередь из нескольких подслоев (см. верхнюю часть рис. 8.) Сначала (снизу вверх) идет подслой кристаллов льда, в нижней части перемежающихся с капельками воды, далее подслой кристаллов гидросульфида аммония ($(NH_4)_2S_n \cdot nH_2O$), подслой кристаллов аммиака, из которого состоят знаменитые облака Юпитера, и наконец, слой газообразного водорода.

Хотя выше говорилось только о водороде, во всех моделях учитывается, что примерно пятую долю массы Юпитера составляет гелий. Наиболее обоснованная модель основана на таком составе вещества планеты: 82% водорода, 17% гелия и 1% тяжелых элементов.

Следующая интересная проблема — это циркуляция атмосферы Юпитера и природа облачных образований, в частности, знаменитого Красного пятна. Фотографии, полученные с обоих «Пионеров», показали, что в атмосфере планеты, как и в ее недрах, господствует конвекция. Конвективные движения в обоих полушариях имеют противоположные направления. Помимо прямых свидетельств в виде фотографий вихревых облачных образований, косвенным доказательством мощности конвективных движений является тот установленный «Пионерами» факт, что температура ночной стороны планеты (недоступная измерениям с Земли, поскольку угол фазы Юпитера для земного наблюдателя никогда не превосходит 12°) оказалась почти равной температуре дневной половины. Только конвекция может переносить такие потоки тепла, чтобы не ощущалась разница температур дня и ночи. К этому следует добавить, что, как уже сообщалось (АК 1976, стр. 184—185), поток тепла из недр планеты сравним с потоком тепла от Солнца. Перенос этого внутреннего тепла осуществляется тоже за счет конвекции. Как мы увидим дальше, конвективные движения во многом обуславливают генерацию магнитного поля Юпитера.

Измерения температуры светлых зон и темных полос показали, что зоны — области восходящих, а полосы — нисходящих токов газа. На низких широтах мощные кориолисовы силы превращают вертикальные конвективные движения в горизонтальные, а движения в направлении север — юг в западно-восточные, направленные

вдоль параллелей. В высоких широтах, где линейная скорость вращения не так высока, как на экваторе, (а там она достигает 12 *км/сек*), и поэтому движения вдоль параллелей не формируются, планета в ее полярных районах не имеет характерной для тропических и умеренных поясов полосатой структуры, но зато почти вся область полярной шапки испещрена мелкими ячейками циркуляции.

Природу Красного пятна раньше многие астрономы объясняли как вихревое образование, носящее название столба Тейлора, — нечто вроде стоячей волны, связанной с каким-либо образованием на твердой поверхности планеты (возвышенностью, или, наоборот, ложбиной). Теперь, когда окончательно установлено, что Юпитер в большей части своей массы жидкий, эта гипотеза отпала сама собой. Такой взгляд на Красное пятно противоречил и известному факту перемещения его по долготе, или изменениям скорости его вращения за длительные промежутки времени. Сейчас более вероятным считается предположение, что Красное пятно — нечто вроде мощного урагана, циклоническое возмущение в атмосфере планеты. Напомним, что его размеры — 14 000 *км* по широте и от 30 до 40 тысяч километров по долготе. Возможно, что время жизни таких образований пропорционально их площади. Другие подобные образования, меньших масштабов, существовавшие один-два года, которые наблюдались не раз с Земли, были отмечены и «Пионерами». Все же теория подобного образования, также уникального в Солнечной системе, еще требует своей разработки.

Остается необъясненным и цвет полос и зон Юпитера. Светлые зоны его желтоватые, темные полосы — красновато-бурые. Все газы, обнаруженные в атмосфере Юпитера (водород, гелий, метан, аммиак, водяной пар), бесцветны. Какое же вещество придает окраску его деталям? Почему Красное пятно — красное? Чем объясняются изменения цвета одних и тех же деталей? В качестве «красящих веществ» различными учеными предлагались сульфид и гидросульфид аммония, свободные радикалы, различные органические соединения и сложные неорганические полимеры. Но сильная вертикальная конвекция должна увлекать все эти соединения вниз, где они при высоких температурах должны диссоциировать. Значит, при вертикальных движениях вверх эти вещества

должны вновь восстанавливаться. Поскольку бесцветные светлые зоны расположены на более высоком уровне, чем окрашенные полосы, можно считать, что вещество зон состоит из кристаллов аммиака, тогда как «красящие вещества» формируются ниже, на уровне полос.

Последняя проблема, связанная с Юпитером, это происхождение его магнитного поля и строение магнитосферы. Частично об этом говорилось в прошлогоднем обзоре. Приборы «Пионера-11» зафиксировали напряженность магнитного поля на уровне облаков от 3 до 14 эрстед. На расстоянии трех радиусов Юпитера от его центра напряженность поля падает до 0,16 эрстед. Основной компонентой магнитного поля Юпитера, как и в случае Земли, является дипольное поле. Но ближе к поверхности планеты начинают проявляться другие поля, содержащие магнитные моменты квадруполя и даже октополя (иначе говоря, у этих полей соответственно четыре и восемь полюсов). Возможно, что эти поля связаны со сложной системой циркуляции вещества в жидком теле планеты. Ориентация этих полюсов относительно полюсов диполя пока не известна. Что касается оси диполя, то удалось уточнить, что она наклонена на 10,8 градуса к оси вращения планеты, причем северный магнитный полюс, как и в случае Марса, находится в северном полушарии (у Земли картина обратная). Напряженность дипольного поля ослабевает обратно пропорционально третьей степени расстояния от оси, квадрупольного — четвертой, а октопольного — пятой, поэтому поля высших степеней не проявляют себя на больших расстояниях от Юпитера.

Еще одно любопытное явление состоит в модулировании магнитного поля Юпитера его спутником Ио. Находясь на среднем расстоянии в 5,9 радиуса планеты, этот спутник не только захватывает заряженные частицы из радиационного пояса планеты, но может их производить и ускорять. Дело в том, что Ио имеет ионосферу, представляющую собой проводящую среду. Движение спутника в магнитном поле Юпитера генерирует потенциал электрического поля, проходящего через спутник. Этот потенциал приводит к разгону заряженных частиц и индуцирует излучение декаметровых радиоволн. Приборы «Пионера-11» показали, что в окрестности орбиты Ио полностью исчезают электроны с энергией около

1 *Мэв*, а поток протонов той же энергии уменьшается в 70 раз. Но ближе к Юпитеру этот поток вновь возрастает.

Вслед за Венерой, Марсом и Меркурием, крупнейшая из планет Солнечной системы, Юпитер, начинает раскрываться перед астрономами в новом свете. Многое из того, что мы узнали о природе Юпитера, имеет гораздо более общее значение — для понимания магнетизма планет, циркуляции их атмосфер, физики жидких шаровидных тел и других вопросов.

ДВАДЦАТЬ ЛЕТ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

Ю. И. Зайцев

Середина XX столетия ознаменовалась многими научными достижениями, среди которых начало непосредственного изучения и практического освоения космического пространства — несомненно, наиболее значительное и увлекательное. За короткое время космические исследования превратились в одно из важнейших научных направлений и стали мощным рычагом научного и технического прогресса.

Проникновение человека в космос — естественный и логический шаг на пути мировой цивилизации. Вслед за покорением просторов Земли, водных пространств, воздушного океана человечество неизбежно должно было начать штурм космоса. И это понятно. Людям по природе свойственны стремление изучать все новое, неизвестное, непреодолимая жажда познавать окружающий мир. Однако было бы неправильным объяснять желание человека проникнуть в просторы Вселенной только этим.

Одной из непосредственных ближайших причин выхода в космос служат запросы современной науки и прежде всего фундаментальных исследований. Сейчас в очень многих случаях астрономы и астрофизики, физики и геофизики, биологи и представители других отраслей научного знания нуждаются в технических средствах, которые позволяли бы проводить разнообразные исследования вне Земли. Науку сегодняшнего дня не может уже удовлетворить информация, которую мы получаем в земных условиях. Она нуждается в непрерывном расширении той области, откуда черпает знания. Космическое пространство — это гигантская, неисчерпаемая, бесконечно разнообразная лаборатория, созданная самой

природой. Здесь мы можем наблюдать и изучать новые ранее не известные процессы и явления, а затем использовать полученные знания для решения земных практических задач.

Взять к примеру астрофизику. В последнее десятилетие эта наука испытывает бурный расцвет, быть может, сравнимый по своей значимости с эпохой развития физики элементарных частиц после появления ускорителей. Астрофизические наблюдения позволяют исследовать свойства вещества, находящегося в экстремальных, недостижимых в лабораторных условиях состояниях. Быть может, среди космических объектов будут найдены такие, которые не описываются известными нам законами физики. Может быть, существуют космические тела, где происходят совершенно не известные нам пока процессы, приводящие к выделению огромных количеств энергии. Ведь именно астрофизиками еще до первых лабораторных работ был сделан вывод о существовании термоядерных реакций.

До появления радиоастрономии и начала космических полетов все свои знания о Вселенной мы получали с помощью телескопов, установленных на Земле, которые позволяли наблюдать космические объекты через узкое «оптическое окно» в земной атмосфере. «Радиодиапазон» стал доступен для наблюдений только в текущем столетии. Его ширина почти в 250 раз больше «оптического». Это дало астрономии еще около 100 килогерц электромагнитного спектра для изучения Вселенной с Земли.

Многие ученые считают, что в течение последних нескольких десятилетий радиоастрономия внесла в познание окружающего нас мира не меньше, чем классическая астрономия за все предыдущие столетия. Если же учесть, что полоса частот видимых лучей света составляет лишь $^{1}/_{16}$ часть полосы частот невидимых ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, то становится понятным, что в области коротких длин волн содержится не меньший объем астрофизической информации, чем тот, который получен в полосе радиочастот.

Существуют проблемы, которые вообще нельзя решить наземными методами. Скажем, какие бы технические ухищрения мы ни применяли, нельзя увидеть с Земли обратную сторону Луны. Для этого обязательно нужно запустить космический аппарат, который облетел бы Луну и сфотографировал ее невидимую сторону так, как

это впервые сделала советская автоматическая станция «Луна-3».

Ракеты и автоматические станции могут доставить измерительную аппаратуру в любую область Солнечной системы — на Луну и планеты, чтобы проводить там исследования и измерения непосредственно «на месте». Например, в течение более чем двух столетий астрономы тщательно изучали атмосферу Венеры. Однако оптические наблюдения были бессильны ответить на вопрос о том, какой газ — азот или углекислый газ — преобладает на Венере, каковы свойства атмосферы ниже облаков, каковы температура и давление у поверхности планеты. В оценках величины поверхностного давления назывались, например, значения от единиц до нескольких сотен атмосфер. Разногласия были «сняты» только после полета советских автоматических станций серии «Венера», осуществивших измерения в глубине атмосферы и на поверхности планеты.

Более того, при пассивных наблюдениях исследователь должен ожидать, когда в природе возникнут необходимые для проведения эксперимента условия. С применением ракетно-космической техники ученые получили возможность создавать нужные условия по своему усмотрению.

Космические аппараты не только позволили освободиться от помех, которые накладывает земная атмосфера на диапазон регистрируемых излучений, но и вместе с тем они обеспечили глобальность охвата при изучении процессов и явлений, происходящих на Земле и в ее окрестностях.

Комплекс наук о Земле получил возможность сравнивать «земные» представления с данными о природе других небесных тел. Это в свою очередь активизировало выдвижение новых научных идей, гипотез. В то же время открылись новые возможности развития и конкретизации его концепций за счет исключения из них субъективных допущений, произвольных положений, связанных с пребыванием человека именно на данной планете, в данной механической, физической, химической и т. п. среде.

Возможности космических наблюдений и экспериментов особенно расширились, когда начались полеты космических кораблей с человеком на борту. Опыт последних лет показал, что непосредственное участие человека

в освоении космического пространства представляет собой одно из важных условий научного исследования. Благодаря участию человека в проведении экспериментов существенно повышается их точность, достоверность и надежность. Можно решать разнообразные задачи — от анализа полученных данных и перестройки программы наблюдений до тончайших регулировок научной аппаратуры, непосредственно на борту космического аппарата.

Возможность жизни и труда человека за пределами Земли оказалась практически осуществимой уже в самом начале космической эры. Это открыло поистине безграничные перспективы познанию и преобразованию людьми все новых и новых областей космоса, ознаменовало коренные сдвиги во взаимоотношениях общества и окружающей его природной среды.

Однако, чтобы начать освоение космического пространства, необходимо было решить целую совокупность сложных научно-технических проблем.

Требовалось создать совершенные многоступенчатые ракеты-носители, способные нести огромное количество топлива. Нужно было найти наивыгоднейшие условия разделения ракеты по ступеням и исследовать оптимальные траектории полета.

Современная ракета весом в несколько десятков сотен тонн может вывести на орбиту с первой космической скоростью груз, соответствующий приблизительно 2—4% ее начального веса, а на трассу полета со второй космической скоростью — еще меньше, около 0,5% начального веса.

Конструктивные характеристики ракеты служат одним из основных определяющих факторов в осуществлении космических полетов. Не менее важен уровень развития ракетных двигателей. Приобретаемая ракетой скорость в первую очередь определяется энергетическими характеристиками ее двигателя. Основным показателем совершенства и эффективности ракетного двигателя является его удельная тяга (экономичность). Поэтому необходимо было создать жидкостные ракетные двигатели с очень высокой удельной тягой. При этом требовалось обеспечить надежное охлаждение камеры сгорания и сопла, устойчивость рабочего процесса в двигателях, в частности, решить задачу подавления опасных высокочастотных колебаний в двигателе и т. п.

Необходимо было создать системы автоматического управления полетом ракеты, которые с высокой точностью обеспечивали бы заданную траекторию полета, управляя как угловым положением ракеты в пространстве, так и режимом работы двигателя. Задача создания подобных систем усложнялась тем, что при ее разработке требовалось учитывать упругие колебания корпуса ракеты и колебания уровня топлива в баке.

Вспомним, например, успешные полеты автоматических межпланетных станций серии «Венера». В момент завершения полетов Венера находилась от Земли на расстоянии порядка 90 млн. километров. А ведь Венера по размерам еще меньше Земли — ее диаметр около 12 200 *км*. Это исключительно малая мишень для такого расстояния. Задача усложнялась еще тем, что «стрелять» надо было с подвижной платформы по подвижной мишени, причем если Земля движется по своей орбите со скоростью 29,8 *км/сек*, то Венера еще быстрее — со скоростью около 35,0 *км/сек*.

Известные всем полеты советских автоматических станций серии «Зонд» требовали, чтобы после облета Луны, пройдя расстояние около 400 000 *км*, они вошли в земную атмосферу в пределах узкого «коридора» диаметром порядка 10 *км*.

Еще более сложная задача — обеспечение надежной работы всех систем в течение длительного времени. Необходима и устойчивая связь с Землей на расстоянии до сотен миллионов километров при малой мощности бортовых передатчиков.

Необходимо было создать наземные стартовые комплексы для запуска космических ракет.

Не менее сложные научно-технические задачи стояли при конструировании самих космических аппаратов — искусственных спутников Земли, автоматических межпланетных станций, пилотируемых кораблей. Требовалось создание уникальной научной аппаратуры для космических экспериментов — приборов, обладающих высокой точностью измерений и исключительной надежностью в условиях воздействия на них целого комплекса факторов космического полета, решение задачи о бортовых источниках энергии, обеспечение необходимого теплового режима и т. п.

Многие исследования требовали ориентации космического аппарата в пространстве должным образом и

удержания его в заданном положении. При этом, в отличие от систем управления ракет-носителей, системы ориентации нередко должны работать непрерывно многие месяцы.

Для возвращения космического аппарата на Землю нужно было обеспечить защиту спасаемой капсулы от высоких температур, которые развиваются при входе ее в атмосферу с космическими скоростями.

При подготовке пилотируемых полетов возникла целая группа проблем медико-биологического характера, от решения которых зависела безопасность полета космонавтов и поддержание на нужном уровне их жизнедеятельности и работоспособности как на борту корабля, так и при выходе в открытый космос.

Найти правильный ответ на все возникавшие при этом вопросы могли только крупные коллективы ученых и конструкторов на основе теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ самого широкого масштаба. В проникновении человека в космос нашел свое замечательное воплощение союз советской науки и промышленности.

В результате усилий многих коллективов ученых и конструкторов в Советском Союзе были впервые воплощены в жизнь идеи К. Э. Циолковского и создан первый в мире искусственный спутник Земли, выведенный на орбиту 4 октября 1957 года. Эта дата является началом космической эры человечества.

За прошедшие двадцать лет в СССР и других странах были проведены чрезвычайно интересные научные исследования в космосе. О размахе космических исследований можно судить хотя бы по тому, что только за первое десятилетие космической эры в одном лишь Советском Союзе было запущено свыше 250 космических аппаратов, имеющих самое разнообразное научное назначение. Сегодня число таких запусков приближается к тысяче.

С 16 марта 1962 года в нашей стране начались планомерные запуски спутников серии «Космос». С их помощью ведется изучение верхних слоев атмосферы и ионосферы, космических лучей и корпускулярных потоков, процессов на Солнце, магнитного поля Земли, метеорного вещества, решаются астрофизические задачи и т. д. Спутники «Космос» помогают выяснить и многие технические проблемы, связанные с дальнейшим освое-

нием космического пространства, в частности, получать данные о работе различных систем и приборов в полете, осуществлять медико-биологические исследования. 30 октября 1967 г. была проведена первая в мире автоматическая стыковка на орбите искусственных спутников Земли «Космос-186» и «Космос-188».

Советские конструкторы создали унифицированный космический аппарат. Это позволило организовать серийное производство спутников «Космос», а следовательно, значительно удешевить стоимость космических экспериментов.

Кроме спутников серии «Космос», на околоземные орбиты были выведены космические системы «Электрон», спутники «Полет», космические станции «Протон» и «Прогноз».

С 1959 г. началось осуществление и межпланетных рейсов — сначала к Луне, затем к Марсу и Венере.

Трудно поверить, что понадобилось всего три с половиной года со времени запуска первого искусственного спутника Земли, чтобы подготовить полет человека в космическое пространство. Для его осуществления потребовалось преодолеть многие технические трудности. Не меньшее значение имело и преодоление психологического барьера, который всегда встает на пути к неизведанному. Первым в истории космонавтом стал советский гражданин Юрий Алексеевич Гагарин. Его полет по праву вошел в историю цивилизации как величайший подвиг науки и человека.

В наши дни в космос взлетают корабли и спутники, которые стали несравненно более сложными, чем их предшественники — первенцы космической эры. Искусственные спутники Земли, автоматические станции регулярно уходят на трассы вокруг Земли, к Луне, Марсу, Венере. С каждым годом ширится круг научных и технических проблем, для решения которых используется космическая техника. За истекшие годы получен богатейший экспериментальный материал, совершена подлинная научная революция в наших представлениях о космических воздействиях на Землю, физике околоземного космического пространства, межпланетной среде и планетах Солнечной системы, а также в ряде важнейших областей астрономии и астрофизики.

Космические исследования прошедших лет — это непрерывное усложнение программ полетов, это важный

Рис. 1. Солнечный спутник серии «Космос».

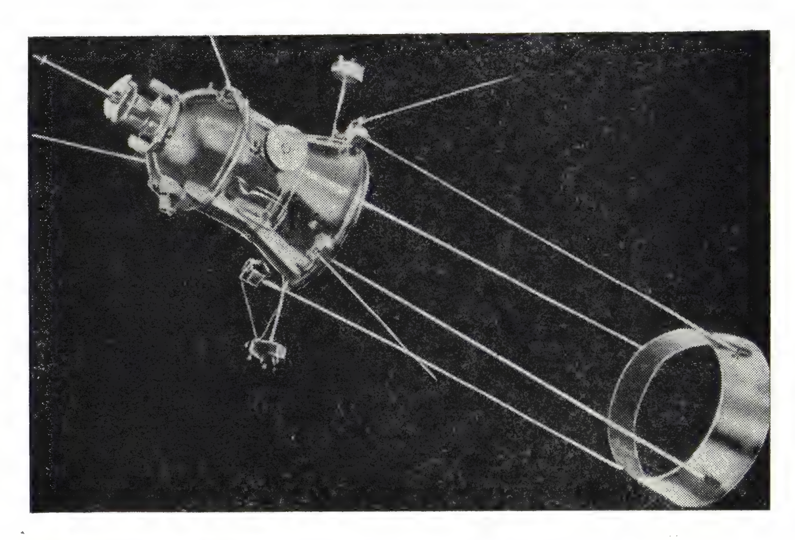


Рис. 2. Спутник «Космос» с аэродинамической системой стабилизации.

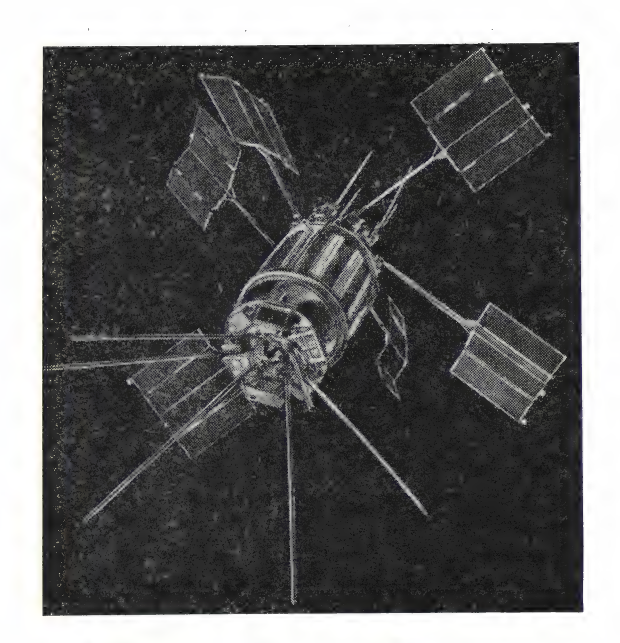


Рис. 3. Искусственный спутник Земли «Электрон-1».

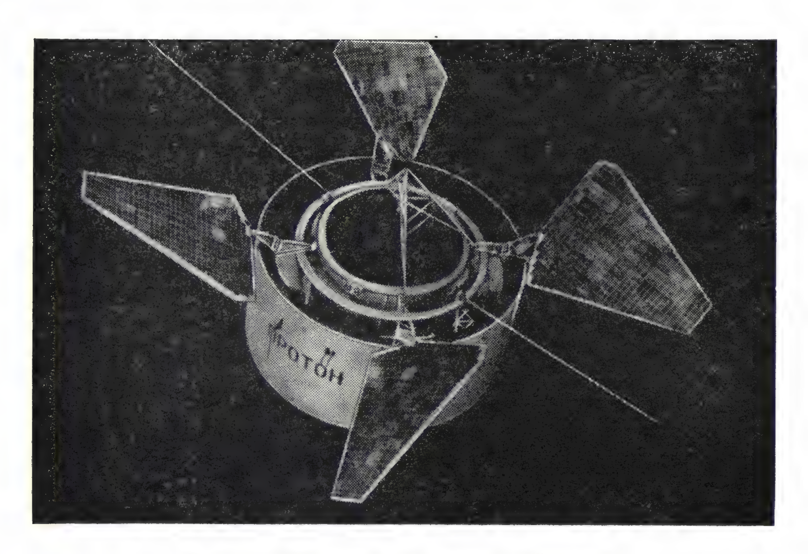


Рис. 4. Космическая станция «Протон».

процесс рождения принципиально новых научных решений, идей, методов познания. И мы по праву можем гордиться, что нашей стране — родоначальнице космонавтики — принадлежит приоритет в таких этапных свершениях, без которых невозможно двигаться вперед, как первый полет человека в космос, выход человека в открытое космическое пространство, запуск многоместных летательных аппаратов, автоматическая стыковка летательных аппаратов на орбите, фотографирование обратной стороны Луны, мягкая посадка на ее поверхность автоматических станций, создание спутников Луны, облет Луны и возвращение на Землю с погашением второй космической скорости, доставка на Землю лунного грунта автоматическими станциями, создание самодвижущихся дистанционно-управляемых лунных аппаратов, посадка автоматических станций на поверхность планет Венеры и Марса и многое другое.

В настоящее время с помощью космических аппаратов стало возможным изучение огромного числа процессов, протекающих во Вселенной, — от физики элементарных частиц до гигантских источников энергии, которыми оказываются квазары, радиогалактики, взрывы сверхновых звезд. Колоссальная энергия этих объектов выделяется в виде электромагнитного излучения, потоков релятивистских частиц, магнитных полей большой напряженности и кинетической энергии выбрасываемого газа.

Влияние космонавтики на изучение Вселенной огромно. Но дело не только в этом. Космические исследования оказали стимулирующее воздействие на развитие научной и технической мысли, экономики и культуры. Они привели к резкому подъему уровня науки и техники в таких актуальных и передовых областях, как аэродинамика, теплофизика, химическая физика, радиотехника и техника телевидения, техника систем автоматического управления, применение в промышленности электронных машин, в проблемах миниатюризации различных технических конструкций.

Проникновение человека в космос стало мощным стимулирующим фактором для биологии и медицины. Так, например, экспериментальные исследования, связанные с проблемой длительной невесомости, значительно расширили представления ученых о физической роли гравитационного фактора и возможностях поддержания тренированности в условиях вынужденной гиподинамики.

Если же учесть, что присущий цивилизации комфорт делает и ограничение подвижности одной из проблем века, решение этих вопросов космической медицины приобретает вполне определенную «земную» ценность.

Спутники побудили к поискам новых источников энергии. Им, например, мы обязаны появлением полупроводниковых солнечных батарей и топливных элементов.

Значительны перспективы изучения из космоса биосферы Земли, богатств ее недр и океанов. Именно поэтому за последние годы все более усиливается интерес к применению спутников для изучения разнообразных природных ресурсов и явлений.

Быстро увеличивающееся население земного шара, значительное уменьшение, а иногда и истощение природных ресурсов в некоторых странах, ухудшающееся качество окружающей среды, обусловленное загрязнением атмосферы и океана в результате хозяйственной деятельности человека, вызвали появление прогнозов, предсказывающих человечеству экологическую катастрофу, первые серьезные проявления которой должны обнаружиться еще до конца текущего столетия. «Пределы роста», «Замыкающийся круг» — таковы многозначительные названия работ, посвященных этой теме. Основной их вывод состоит в том, что лишь прекращение дальнейшего роста населения и стабилизация индустриального производства способны спасти мир от экологической катастрофы, которая может проявиться, например, как резкий недостаток продуктов питания или опасное загрязнение окружающей среды. Полезной стороной такого рода прогнозов является разработка математических моделей развития человеческого общества. Заслуживают внимания и те выводы, которые касаются загрязнения окружающей среды и должны служить предостережением, требующим согласованных мер для его предотвращения. Однако, если всерьез рассматривать динамические модели развития общества и его взаимодействия с окружающей средой, то необходимо правильно учитывать эти «граничные условия».

Одним из слабых мест гипотез об экологическом кризисе является отсутствие необходимых данных о состоянии окружающей среды в настоящее время, что лишает доказательности соответствующие прогнозы об изменении ее характеристик в будущем. Естественно, что слежение за состоянием окружающей среды в планетарных

масштабах оценка глобальных природных ресурсов могут быть эффективно осуществлены лишь при помощи спутников.

Несомненно, усиливающееся внимание к использованию космической техники для изучения нашей собственной планеты определяется и теми экономическими выгодами, которое обещает это направление исследований.

Геология и геоморфология, океанология и гидрология, геоботаника и биология, почвоведение и агрономия — таков далеко не полный перечень наук, для которых использование искусственных спутников приобрело важное значение.

Наконец, космические исследования, ввиду их преимущественно глобального характера, в сильной степени способствовали и продолжают способствовать развитию международного и технического сотрудничества, сближению народов мира.

По существу, любая из крупных проблем космических исследований ближайшего будущего — полет человека к планетам Солнечной системы, усовершенствование средств и методов глобальной радио и телевизионной связи, переход к направленному изменению климатических условий — потребует обобщения опыта и научно-технических достижений разных стран. Каждая страна сможет брать на себя часть работы в международном проекте и равноправно пользоваться достигнутыми плодами. И если на первом этапе международное сотрудничество ограничивалось в основном обменом и совместным обсуждением полученных результатов, сопоставлением методик и в лучшем случае координацией некоторых проектов, то затем наступила очередь многосторонней кооперации в проведении наземных наблюдений, сопутствующих комическим экспериментам. Ныне на первое место выдвигается задача создания объединенными усилиями различных государств космических объектов и использование их в научных и народнохозяйственных целях.

* * *

Рассмотрим кратко наиболее существенные научные результаты, полученные на различных направлениях космических исследований.

Уже детальная обработка результатов изменений орбит первых искусственных спутников Земли за счет торможения атмосферой позволила получить первые непо-

средственные данные о плотности атмосферы до высот порядка 200 *км*. Эти же исследования выявили суточные и широтные вариации плотности. На третьем советском искусственном спутнике Земли были впервые проведены и прямые измерения плотности с помощью магнитного и ионизационного манометров до высот порядка 500 *км*. В последующем продолжалось изучение плотности атмосферы по торможению спутников до высот порядка 700—1500 *км*. При этом наряду с суточными и широтными вариациями плотности, составляющими 20—30%, были выявлены изменения плотности, зависящие от солнечной активности и связанные со вспышками на Солнце.

Исследования на ракетах и спутниках позволили создать определенные представления и о составе верхних слоев атмосферы. Модель ее строения в настоящее время может быть представлена следующим образом. На высотах 100—120 *км* начинается диффузное разделение газов за счет того, что убывание с высотой доли различных составляющих происходит по-разному. На высотах 200—250 *км* основным компонентом атмосферы остается молекулярный азот, однако возрастает относительная концентрация атомарного кислорода, который образуется при диссоциации молекулярного кислорода солнечным ультрафиолетовым излучением. Содержание молекулярного кислорода уменьшается с увеличением высоты. Начиная с 250—300 *км* основным компонентом атмосферы становится атомарный кислород. Еще выше (начиная с высот 500—600 *км* — в годы минимума солнечной активности, и с высот 1000—1500 *км* — в годы максимума) атмосфера становится гелиево-водородной. Слой, в котором гелий может быть основной составляющей, наблюдается, видимо, лишь в годы максимума солнечной деятельности.

Самые внешние слои земной атмосферы состоят из атомарного водорода. Его концентрация вплоть до расстояний в несколько земных радиусов была измерена при полете советских космических станций по рассеянию атомарным водородом солнечного излучения в α-линии спектральной серии Лаймана (L_α).

Появление искусственных спутников Земли позволило получить новые важные данные об ионосфере Земли, особенно о ее внешней части *) выше максимума слоя F.

*) По концентрации ионов и электронов ионосфера делится на слои D, E и F. Максимум слоя F находится на высотах от 180 до 320 *км*.

Эксперименты показали, что ионосфера Земли простирается по крайней мере до 4—5 радиусов Земли. Распределение заряженных частиц выше главного максимума ионизации существенно зависит от солнечной деятельности. В годы спокойного Солнца спад концентрации резко усиливается.

К числу весьма ценных геофизических результатов, полученных уже на начальных этапах исследований, следует отнести прямое обнаружение потоков солнечной плазмы в межпланетном пространстве — солнечного ветра.

Солнечный ветер — это быстрый поток разреженной плазмы, покидающий Солнце и распространяющийся со сверхзвуковой скоростью в межпланетном пространстве и пронизывающий всю Солнечную систему.

Если на пути сверхзвукового потока оказывается препятствие, то в потоке перед препятствием образуется ударная волна. Проходя через эту ударную волну, плазма притормаживается и разогревается. Такие ударные волны обнаружены у планет, имеющих собственное сильное магнитное поле (Земля, Юпитер). У планет с более слабым собственным магнитным полем (Меркурий, Марс) также образуются ударные волны. Луна, не имеющая магнитного поля и атмосферы, не отклоняет потока плазмы, а поглощает его, поэтому около Луны ударной волны обнаружено не было.

Поток солнечной плазмы несет с собой магнитное поле. Это поле чрезвычайно слабо — около одной десятитысячной от величины поля на поверхности Земли. Выяснилось, однако, что оно играет большую роль в передаче взаимодействия как в самой межпланетной среде, так и между потоком плазмы и планетами Солнечной системы. Силовые линии магнитного поля в среднем имеют вид спирали Архимеда из-за того, что плазма уносит магнитное поле приблизительно радиально от вращающегося Солнца. Однако такое состояние наблюдается сравнительно редко. Оно постоянно возмущается солнечными вспышками. Распространяющиеся после вспышки на Солнце ударные волны нарушают стационарную картину спирального магнитного поля, образуют быстродвижущиеся неоднородности плазмы и магнитных полей.

Следует отметить, что уникальные возможности прямых измерений в бесстолкновительной, турбулентной плазме, не ограниченной размерами лабораторных уста-

новок, дали мощный толчок теоретическим исследованиям важнейших физических вопросов, связанных с механизмами бесстолкновительной диссипации (рассеяния) энергии магнитогидродинамическими ударными волнами, плазменной и газодинамической турбулентностью.

Геомагнитное поле образует в потоке плазмы полость — магнитосферу. В настоящее время можно считать твердо установленными ее общую конфигурацию и грубую картину распределения плазмы в ней. Граница магнитосферы, так называемая магнитопауза, меняется в зависимости от интенсивности солнечного ветра и проходит там, где поле еще достаточно сильно, чтобы сдерживать поток набегающих на него частиц. Ближайшее расстояние до границы магнитосферы в направлении к Солнцу составляет около 60 тыс. *км*, или десять земных радиусов.

Магнитосфера вытянута в ночную сторону — имеет «хвост», диаметр которого, измеренный на относительно небольших расстояниях от Земли, составляет около 40 ее радиусов. Протяженность его в пространстве пока неизвестна. Во всяком случае, он был зарегистрирован на удалениях порядка сотен земных радиусов.

Многочисленные эксперименты убеждают, что магнитосфера и высокоширотная ионосфера представляют собой единую, тесно взаимосвязанную систему. Некоторые отдельные элементы этой системы — электрическое поле, конвекция плазмы, ионосферные токи и продольные токи в магнитосфере — активно изучались в последнее время. Из интересных результатов здесь можно отметить, что сопоставление одновременных измерений функции распределения электронов в авроральных широтах с помощью ракет и спутников дают указание на наличие электрического поля вдоль магнитных силовых линий, соответствующего перепаду потенциала ~ 10 *кв*.

Искусственные спутники позволили также более детально исследовать собственное магнитное поле Земли.

Измерение магнитного поля — задача исключительно трудоемкая, требующая много времени. Она выполняется разными способами: наземными приборами, аэромагнитометрами, измерениями на немагнитном корабле, буксируемыми за кораблями магнитометрами, помещенными в немагнитные гондолы. Искусственные спутники позволяют производить магнитную съемку гораздо быстрее.

Особенно велика роль искусственных спутников в изучении векового хода магнитного поля Земли. Вековой ход — это медленные вековые изменения магнитного момента и систематический дрейф поля к западу. Так, за последние 100 лет магнитный момент Земли уменьшился на 5%, а магнитный полюс дипольной части поля сместился вдоль параллели на 5° к западу.

Вековой ход различен в разных областях земного шара, изменчив во времени в одном и том же месте и зависит от уровня магнитной и солнечной активности. Изучение векового хода имеет большое значение для познания внутреннего строения Земли, природы и происхождения геомагнитного поля. Карты, составленные даже по подробным и надежным измерениям, через некоторое время уже не отражают истинного распределения поля. Познав закономерности изменения векового хода, можно было бы предсказывать и изменения геомагнитного поля по поверхности Земли, оперативно уточнять магнитные карты.

Измерения магнитного поля Земли в ближайшей ее окрестности на высотах от 230 до 800 *км* впервые были выполнены в 1959 г. на третьем советском искусственном спутнике Земли. Затем магнитные измерения в диапазоне высот 500—3500 *км* выполнялись американскими учеными с помощью спутника «Авангард-3». Однако и те и другие измерения проводились над сравнительно изученными пространствами земного шара. Бóльшая же часть земного шара осталась не обследована, особенно Мировой океан. Это объясняется, в частности, тем, что у протонного магнитометра, который был установлен на спутнике «Авангард-3», измерение частоты свободной прецессии протонов осуществлялось наземным частотомером. Следовательно, измерения могли проводиться только в зоне прямой видимости спутника, в районах ограниченного числа наземных станций.

Несколько экспериментов по изучению магнитного поля в ближайшей окрестности нашей планеты были выполнены с помощью спутников серии «Космос». Ставились две основные задачи. Первая — исследование распределения главного геомагнитного поля, имеющего источник внутри Земли. Вторая — изучение переменных эффектов в магнитном поле, связанных с магнитной активностью, действием солнечной корпускулярной радиации.

Только в результате запуска спутников «Космос-26» и «Космос-49» впервые магнитной съемкой было охвачено 75% земной поверхности, причем практически одновременно. Равномерная съемка, выполненная в короткий срок, позволила получить представление о магнитном поле, свободном от вековых вариаций, и узнать его распределение на эпоху конкретного эксперимента. Эти данные были использованы для создания международной аналитической модели магнитного поля Земли.

Запуск спутника «Космос-321» дал возможность получить распределение магнитного поля уже на 94% поверхности земного шара. Сравнение данных измерений этого спутника с двумя предыдущими позволило с высокой точностью определить вековые изменения магнитного поля.

Уже на начальных этапах прямых экспериментальных исследований в околоземном космосе было сделано крупное открытие — обнаружены интенсивные потоки заряженных частиц, захваченных геомагнитным полем. Они получили название радиационных поясов Земли.

Открытие радиационных поясов было довольно неожиданным. Однако сразу же стала ясной их тесная связь с магнитными бурями, полярными сияниями, поглощением космического радиоизлучения в полярных областях и другими геофизическими явлениями, а так же солнечной активностью.

Изучение зон захваченной радиации представляет исключительный интерес; перед нами — поставленный самой природой гигантский эксперимент по ускорению и удержанию заряженных частиц в магнитной ловушке. Эксперимент таких масштабов пока невозможно осуществить в лабораторных условиях. Поэтому использовалась любая возможность пополнить наши знания об этом интереснейшем образовании в околоземном космосе.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал по измерению потоков заряженных частиц, их спектральному распределению, интенсивности потоков, характеру движения в геомагнитном поле, зависимости зоны захваченной радиации от местного времени, вариациям интенсивности.

Удалось связать вариации интенсивности с конкретными типами неустойчивостей плазмы, присущих радиационным поясам, и создать математические модели

процессов, происходящих в радиационных поясах. Сейчас даже ставится вопрос о том, чтобы применить идеи и теории, разработанные для радиационных поясов, к другим областям космоса — Солнцу, Галактике.

Возьмем, например, проблему, связанную с ускорением частиц в космическом пространстве. Эти процессы происходят и около Земли, и на Солнце, и в глубинах Галактики, и, очевидно, за ее пределами. Но когда такие «ускорители» находятся далеко от нашей планеты, мы видим только конечный результат, например, наблюдаем космические лучи, в том числе и очень высоких энергий, а среду, в которой происходит ускорение частиц, знаем плохо. Поэтому и не можем, в частности, однозначно объяснить распределение частиц космических лучей по энергиям.

В радиационных поясах картина иная. Благодаря большому числу сделанных в них измерений мы располагаем достаточной информацией, чтобы ответить на вопрос о том, как ускоряются частицы, как меняется их траектория, какими явлениями это сопровождается.

* * *

Внеатмосферные исследования Солнца с помощью средств ракетно-космической техники принадлежат сегодня к числу основных направлений космической физики. Объясняется это тем, что именно коротковолновое излучение Солнца, которое простирается вплоть до рентгеновской области длин волн и недоступно для наблюдений с поверхности Земли, несет информацию о еще очень мало исследованных внешних оболочках Солнца — хромосфере и в особенности короне, давая важнейшие сведения о их составе, физических свойствах и разыгрывающихся в них процессах.

Коротковолновое излучение Солнца в то же время контролирует химический состав и состояние земной термосферы и нагревает ее, а это в свою очередь влияет на тепловой баланс нижних слоев атмосферы. Оно также ответственно за образование земной ионосферы. Есть многочисленные данные, указывающие на связь многих процессов на Земле с периодическими изменениями солнечной активности. Возможно, что они частично связаны с коротковолновым компонентом солнечной радиации, хотя механизм такой связи пока неясен.

Одно из самых замечательных проявлений солнечной активности — катастрофические процессы на Солнце, получившие название солнечных вспышек. Около ста лет назад было обнаружено, что иногда в активных областях Солнца, связанных с развитием пятен, внезапно, обычно в течение нескольких секунд, значительно возрастает яркость участка поверхности Солнца, достигающего в сильных вспышках размера до $3 \cdot 10^9$ *км*^{2}. С развитием радиоастрономии было установлено, что оптические вспышки, как правило, сопровождаются мощными всплесками радиоизлучения в диапазоне от сантиметровых до декаметровых волн.

Наблюдения на ракетах и спутниках показали, что оптические и радиовспышки сопровождаются огромным (до нескольких тысяч раз) усилением рентгеновского излучения Солнца, а также появлением очень жесткого излучения с энергиями вплоть до нескольких сотен килоэлектрон-вольт.

С помощью аппаратуры, устанавливаемой на борту космических аппаратов, было проведено исследование областей генерации и спектрального состава рентгеновских вспышек на Солнце и изучена динамика их развития, определялась электронная температура и электронная плотность активных областей в отсутствие вспышек.

Можно полагать, что нагрев области вспышек до температур в несколько десятков миллионов градусов осуществляется быстрыми электронами. Электроны, ускоряясь в короне до энергий порядка 10^5 *эв* и двигаясь вдоль магнитных линий, вторгаются в низкие более плотные слои короны или хромосферу, отдавая путем соударений свою энергию более холодным электронам, которые затем нагревают ионы. Это было подтверждено экспериментально обнаружением поляризации рентгеновского излучения в начальной стадии вспышки.

Дело в том, что при направленном движении электронов электрический вектор тормозного рентгеновского излучения должен лежать преимущественно в плоскости, проходящей через линию движения электрона и линию наблюдения или перпендикулярно ей. В измерениях, выполненных на ряде спутников, наблюдалось в общей сложности существование поляризации, имеющей, в согласии с теорией, величину от 3 до 40%. Зная позиционный угол плоскости поляризации и место вспышки на диске, можно определить направление движения

электронов — оно оказалось радиальным по направлению к поверхности Солнца.

Следует заметить, что поляризационные измерения рентгеновских лучей относятся к числу очень тонких и трудных экспериментов. Они стали возможными благодаря развитию точных методов в рентгеновской астрономии.

* * *

До последних лет исследования Луны и планет Солнечной системы в значительной степени носили характер «первооткрывательский»: первые полеты на Луну, к Венере, Марсу, первая посадка на Венеру, первые искусственные спутники Марса и Венеры и т. д.

Тем не менее благодаря использованию космических средств для доставки измерительных приборов к Луне и планетам были получены новые важные результаты об этих небесных телах. Систематическое изучение Луны, Венеры, Марса резко ускорило развитие сравнительной планетологии — научной дисциплины, исследующей общие закономерности формирования и развития планетных систем, множественность которых во Вселенной постулируется всем развитием астрономии. Дело в том, что современное состояние наук о Земле не позволяет решить многие вопросы общей теории планет и Земли в рамках изучения единственного объекта. Решению таких кардинальных проблем, как условия возникновения жизни, природа магнитного поля, законы формирования атмосферы, химический состав глубин Земли и общие законы концентрации полезных ископаемых в значительной степени может способствовать сравнительное изучение ряда планетных тел.

Скажем, данные о фигуре Луны и распределению масс в ее недрах помогают судить о характере формирования небесных тел из холодного протопланетного облака. Поверхностный слой Луны из-за отсутствия у нее атмосферы хранит на себе следы ранних стадий эволюции Солнечной системы. Что же касается Земли, то в результате действия различных видов эрозии все сколько-нибудь заметные «остатки» начальной ее структуры оказались уничтоженными.

В изучении Луны сейчас можно выделить три взаимосвязанных направления: структура лунных недр и протекающие в них процессы, состав и строение поверхности,

история и эволюция Луны. Эти аспекты исследований применимы с теми или иными особенностями вообще ко всем объектам Солнечной системы, в том числе к планетам Марсу и Венере.

Следует заметить, что объем и разнообразие научной информации, которой располагает сегодня наука об этих небесных телах благодаря космическим исследованиям, определяются прежде всего возможностями той измерительной аппаратуры, которая устанавливается на борту

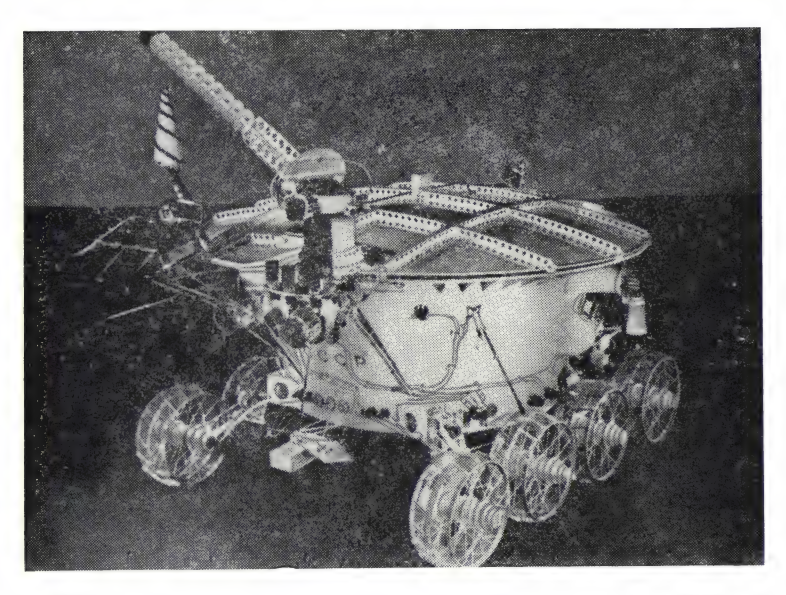


Рис. 5. «Луноход-1».

космических станций. А эти возможности в свою очередь обусловлены весовыми и габаритными ограничениями, энергетическими ресурсами, особенностями их движения по траектории, характером передачи информации. Размах научного экспериментирования тем самым во многом зависит от возможностей применяющейся ракетно-космической техники. И за истекшие годы советская космонавтика добилась выдающихся успехов. Она дала мировой науке такие превосходные средства для исследования Луны и планет, как автоматические станции, способные доставить на Землю образцы лунного грунта, автоматические самоходные аппараты, получившие название

«Луноход», станции, которые могут совершить посадку на Венеру и передавать информацию с ее поверхности в условиях необычайно высоких температуры и давления.

К фундаментальным научным результатам, которые были получены в минувшие годы при изучении Луны,



Рис. 6. Корабль «Аполлон» на лунной поверхности.

можно отнести, в частности, открытие структурной асимметрии ее видимого и обратного полушарий, получение разнообразных данных о лунном грунте, исследование состава горных пород в морях и на материках, выявление происхождения макрорельефа Луны, обнаружения масконов, открытие остаточной намагниченности лунных

пород и многое другое. Следует особо отметить, что наземные исследования Луны оптическими методами в эти годы отнюдь не утратили своей ценности, предоставляя возможности для интерпретации результатов космических экспериментов, выполняемых в отдельных точках лунной поверхности.

Прямое изучение планеты Венеры было начато в октябре 1967 г. историческим полетом советской автоматической станции «Венера-4». Ее спускаемый аппарат прошел сквозь толщу облаков и выполнил научные измерения во время снижения в атмосфере.

Среди семьи небесных тел земного типа планета Венера привлекает особое внимание, так как по размерам, а, стало быть также по средней плотности и ускорению силы тяжести на поверхности она очень похожа на Землю. Это сходство указывает и на близкое внутреннее строение обеих планет. Поэтому на примере Венеры легче всего проследить общие закономерности развития планет, которые необходимо знать для понимания строения и эволюции «колыбели человечества».

Венера, как и Земля, движется по приблизительно круговой орбите, но находится почти в полтора раза ближе к Солнцу, чем наша планета. Однако чрезвычайно мощный облачный слой Венеры значительно лучше отражает солнечное излучение. В результате количество тепла, получаемое каждой планетой, примерно одинаковое.

Долгое время предполагалось, что физические условия на поверхности и в атмосфере Венеры должны быть почти такими же, как на Земле. Не исключалось, в частности, и существование жизни на этой планете. Мощный облачный покров, однако, не позволил достаточно глубоко проникнуть в атмосферу планеты с помощью наземных оптических приборов, изучить ее поверхность. Первые сведения об этом дали радиоастрономические и радиолокационные наблюдения — радиоволны длиной 5—6 *см* способны проникать сквозь толщу венерианской атмосферы. Но наиболее важные результаты, явившиеся фундаментальным вкладом в планетологию, были получены с помощью советских автоматических станций серии «Венера».

Первая же станция «Венера-4» передала на Землю уникальные данные, которые заставили во многом пересмотреть наши взгляды на природу загадочной соседки

Земли. Последующие эксперименты, выполненные уже не только в атмосфере, но и непосредственно на поверхности планеты, существенно уточнили эти данные.

Было установлено, что высокая радиоизлучательная способность Венеры связана не с особенностями ионосферы и термосферы, как предполагалось ранее, а соответствует действительному ее нагреву — около 500 градусов по Цельсию. Давление у поверхности планеты — около 100 атмосфер.

Выяснилось, что, в отличие от Земли, атмосфера Венеры практически целиком состоит из углекислого газа. В ней чрезвычайно мало паров воды. Оценки, которые были получены из обработки телеметрической информации со станций «Венера-9» и «Венера-10», дали примерно одну сотую процента содержания водяного пара в атмосфере планеты. Очень мало там кислорода, по-видимому, очень мало и азота, если он вообще присутствует в венерианской атмосфере.

Оказалось, однако, что на Венере и на Земле общие количества углекислого газа, выделившегося из недр планет, приблизительно равны. Только у нас он находится в «законсервированном» состоянии, главным образом в известняках, а на Венере — в виде свободного газа. (Объемное содержание углекислого газа в атмосфере Венеры порядка 97%.) Это означает, что силикаты магния, железа и других элементов, т. е. наиболее распространенные магматические горные породы, устойчивы химически в атмосфере «утренней звезды».

На Венере, в условиях стабильности температур и малых скоростей ветра, малоэффективным оказалось и физическое воздействие на поверхность. Процессов, которые бы приносили материал на значительное расстояние и способствовали накоплению толщи осадков, там, по-видимому, нет.

Таким образом, общая сглаженность поверхности Венеры, которая предполагается по известным сейчас данным, вероятно, связана не с усиленной эрозией, как думали до последнего времени. Считалось, что при высокой плотности атмосферы планеты, даже незначительный ветер порядка одного метра в секунду должен действовать на поверхность как «утюг», разрушая и сглаживая венерианский рельеф. Скорее всего, причину надо искать в повышенной температуре и вызванной ею пластичности

коры. Однако это вовсе не исключает возможной тектонической и вулканической ативности планеты. Ее следы можно подозревать, наблюдая свежесть ряда изломов остроугольных камней на панораме, переданной с поверхности планеты станцией «Венера-9».

Таким образом, результаты исследований Венеры, полученные с помощью советских автоматических станций, подтвердили, что на всех планетах идет единый геохимический процесс, который разделяет их на оболочки с формированием легкоплавкой коры преимущественно из базальтов.

Планеты построены по единому типу, хотя и резко различаются по внешнему облику. Именно поэтому следует еще раз подчеркнуть важность сравнительного изучения планет, чтобы выявить особенности и разные этапы их развития.

Однако проблема Венеры отнюдь не сводится только к химическим исследованиям. Здесь в один клубок свиваются различные трудные вопросы. Среди них — выяснение физического механизма, обеспечивающего высокую температуру поверхности планеты и ее атмосферы. Это может быть и парниковый эффект, и так называемый адиабатический разогрев, и внутреннее тепло. Парниковый эффект состоит в том, что часть солнечной радиации проникает к поверхности планеты и разогревает ее, в то время как атмосферная «шуба», состоящая из толщи углекислого газа, почти полностью поглощает «обратное» инфракрасное излучение, возникающее в результате нагревания поверхности. К тому же тепловая радиация значительно возрастает с увеличением температуры и давления в атмосфере. Адиабатический разогрев получается при механическом перемешивании, вызванном циркуляцией атмосферы. Наконец, при определенных условиях разогреть поверхность и атмосферу может внутреннее тепло планеты.

Конечно, при таких суровых условиях жизнь на Венере существовать не может. Представляется очень вероятным, что отсутствие воды, большое количество свободного углекислого газа в атмосфере, высокая температура и отсутствие биосферы — явления взаимно обусловленные, причем недостаток воды является главным фактором, определившим все остальные. Без воды не могла образоваться биосфера и не могли идти эффективно процессы

связывания углекислого газа. Он накапливался, образовалась углекислая шуба, увеличивающая температуру, и атмосфера приобрела свои современные характеристики.

С помощью станции «Венера-8» была измерена освещенность в нижней части облачного слоя Венеры и в подоблачной атмосфере. Выяснилось, что, несмотря на мощный облачный покров, до поверхности планеты доходит достаточное количество солнечного света, чтобы попытаться использовать оптические методы наблюдений, с применением, например, телевизионных камер, установленных на борту спускаемого аппарата.

Исследования оптических свойств атмосферы, выполненные на станциях «Венера-9» и «Венера-10», показали, что облачный слой Венеры гораздо более прозрачен для солнечного излучения, чем предполагалось из предыдущих измерений.

Одна из важных задач полета советских автоматических станций серии «Венера»— изучение характера взаимодействия солнечного ветра с планетой. Венера, по-видимому, не имеет сколько-нибудь значительного собственного магнитного поля — так показали измерения, выполненные «Венерой-4». Однако все пролетавшие вблизи планеты станции, а также аппараты, которые совершили посадку на ее поверхность, зарегистрировали существование ударной волны у Венеры. Очевидно, образование этой ударной волны происходит потому, что набегающий поток плазмы взаимодействует с ионосферой и верхней атмосферой планеты.

Свыше 8 месяцев выполняли программу научных исследований планеты Марс советские автоматические станции «Марс-2» и «Марс-3». Одновременно с нашими станциями измерения проводились и американским аппаратом «Маринер-9».

Вывод на околомарсианские орбиты советских и американского космических аппаратов, оснащенных взаимодополняющими комплексами научных приборов, их одновременное длительное функционирование и обмен информацией между советскими и американскими учеными еще в процессе эксперимента создали блгоприятные условия для значительного прогресса в изучении Марса. Были получены данные о рельефе планеты и грунте, слагающем ее поверхностный слой, сведения о распределении темпе-

ратуры по поверхности, магнитном и гравитационном поле, строении и составе атмосферы.

Американский аппарат «Маринер-9» передал на Землю фотоизображение большей части поверхности планеты в среднем масштабе. Были также сфотографированы спутники Марса.

Этот этап исследований выдвинул новые задачи по дальнейшему изучению рельефа, характер которого

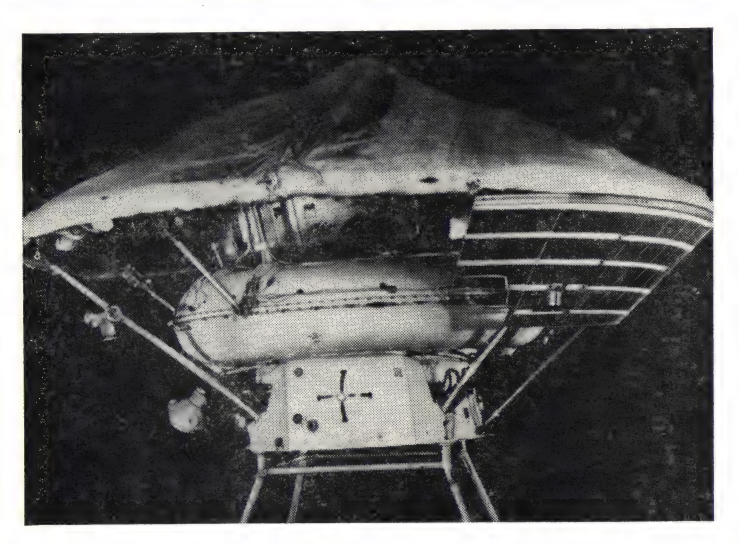


Рис. 7. Спускаемый аппарат советской автоматической станции «Марс-6».

непосредственно связан с геологической активностью планеты и процессами, происходящими на ее поверхности.

По-прежнему оставался актуальным и вопрос о содержании воды в атмосфере и на поверхности Марса. Требовалось выяснить, чем определяются различия в отражательной способности так называемых марсианских морей и материков и сезонные изменения в этих различиях. Не менее важны были дальнейшие эксперименты в околопланетном пространстве. Эти задачи были поставлены перед новыми советскими станциями «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7».

Атмосфера Марса очень разрежена (примерно в 100 раз менее плотная, чем земная). Отличается она от

земной не только плотностью, но и составом. Углекислый газ один из главных ее составляющих. Его не менее 50%. Очень мало в ней кислорода — около 0,1%, столько же примерно окиси углерода и водяного пара.

Имеются ли в атмосфере Марса какие-либо другие газы, кроме углекислого в сравнимых с ним количествах? С этим вопросом прямо связана проблема эволюции планеты. Сейчас рассматривается несколько возможностей. Первая — Марс никогда не имел плотной атмосферы. Всегда она была примерно такая же, как сейчас. Другая возможность — Марс имел плотную атмосферу и большое количество жидкой воды на поверхности сотни миллионов или нескольких миллиардов лет назад, а потом атмосфера стала более разреженной. Третий вариант — Марс «всего» несколько миллионов или даже сотен тысяч лет назад имел атмосферу, близкую по плотности к земной, а также воду на поверхности, и через столь же короткое время может обрести ее вновь, причем такая перемена происходит в течение истории планеты многократно.

Третья возможность, крайне маловероятная с первого взгляда, в последние годы приобрела серьезных сторонников. Во-первых, на Марсе обнаружены следы водной эрозии — сухие речные русла, возраст которых не превышает миллиона лет. Они видны на фотографиях, полученных «Маринером-9» и «Марсом-5». Во-вторых, есть основания предполагать, что 99% марсианской атмосферы заморожено в полярных шапках, которые состоят из конденсированной углекислоты и воды. Чтобы убедиться в последнем, важно доказать, что в целом газовыделение из марсианской коры идет с такой же скоростью, как и на Земле. Серьезным доводом в пользу такого предположения было бы наличие в марсианской атмосфере большого количества газа аргона. Первые в мире прямые измерения состава атмосферы Марса, выполненные на спускаемом аппарате «Марс-6», показали, что она содержит несколько десятков процентов какого-то инертного газа. Наиболее вероятно, что это — аргон.

Как уже отмечалось, измерения содержания водяного пара, выполненные на станции «Марс-3», показали относительно малые даже по марсианским масштабам количества воды в атмосфере планеты. В период измерений со станции «Марс-5» оно возросло и достигло 50—70 микрон осажденной воды в наиболее влажных участках пла-

неты. Колебания влажности от места к месту довольно значительны.

Измерения с борта «Маринера-9» позволили обнаружить на Марсе озон, связанный в твердом веществе полярных шапок. Специальный фотометр, установленный на «Марсе-5», показал присутствие следов озона и в атмосфере.

Была также исследована структура верхней атмосферы Марса, в том числе определена температура экзосферы, плотность атомарного водорода вплоть до нескольких радиусов планеты и плотность атомарного кислорода.

Теплопроводность грунта Марса мала. Количественные оценки показывают, что она соответствует сухому песку или сухой пыли в разреженной атмосфере. Марсианские моря в среднем теплее континентов — ризличие температур достигает 10°.

О малой теплопроводности марсианского грунта свидетельствует также практически полное отсутствие суточных колебаний температуры на глубине 30—50 *см*. Эти данные были получены при помощи бортовых радиотелескопов, установленных на советских станциях. Они измеряли интенсивность и поляризацию радиоизлучения поверхностного слоя планеты на длине волны 3,5 *см* вдоль трассы полета.

Кроме температуры, определялась диэлектрическая постоянная грунта — величина, которая зависит главным образом от его плотности. Измерения показали, что изменения температуры грунта и диэлектрической постоянной находятся в прямой зависимости. Видимо, когда значения диэлектрической постоянной велики, материал грунта находится в раздробленном состоянии.

В 1971 г. магнитометры станций «Марс-2» и «Марс-3» обнаружили в ближайшей окрестности планеты магнитное поле порядка 30 гамм, что в 7—10 раз превышает межпланетное невозмущенное поле, переносимое потоком заряженных частиц, уходящим от Солнца. При взаимодействии с планетой поле межпланетного происхождения может усиливаться, однако определенные особенности в пространственных характеристиках магнитного поля вблизи Марса позволили предположить, что оно принадлежит самой планете. Измерения, выполненные на станции «Марс-5», дали дополнительные аргументы в пользу этой гипотезы.

В начале 1974 г. американские специалисты осуществили с помощью аппаратуры, установленной на станции «Маринер-10», ряд экспериментов по изучению Меркурия: фотографирование планеты, измерение магнитного поля, плазменные исследования и т. д. Оказалось, что Меркурий очень похож на Луну. Молодые кратеры на поверхности Меркурия подобно лунным имеют резкие очертания и острые гребни валов. Однако есть и отличные от лунных образования. На Меркурии замечено большое количество концентрических кратеров, при этом даже самые незначительные из них имеют центральные пики. Образование пиков говорит о наличии у Меркурия большого внутреннего ядра, от которого отражаются ударные волны при падении метеоритов. В пользу ядра говорит и тот факт, что Меркурий имеет общую плотность, близкую к земной. По предварительным данным, в атмосфере планеты обнаружены инертные газы — неон и аргон, а также гелий. Магнитные измерения показали, что поле Меркурия незначительно — примерно 1% земного. Вблизи планеты четко фиксируется отошедшая ударная волна, а также магнитная полость, аналогичная магнитосфере Земли. Максимальное магнитное поле порядка 98 гамм было отмечено при приближении космического аппарата «Маринер-10» к планете на расстояние около 700 *км*. Плазменные измерения показали, что взаимодействие солнечного ветра с Меркурием более похоже на взаимодействие с Землей, чем с Луной. Меркурий, по-видимому, не имеет ионосферы. Давление у поверхности оценивается приблизительно в 10^{-8} *мбар*. Полученные оценки массы и радиуса Меркурия хорошо согласуются с данными наземных измерений.

4 декабря 1973 г. к планете Юпитер приблизился космический аппарат «Пионер-10». Он прошел на расстоянии 131 400 *км* от вершин облаков, закрывающих планету. В результате этого полета были получены новые исключительно интересные данные о Юпитере. Прежде всего это касается интенсивности и конфигурации его магнитного поля. «Пионер-10» при подлете к планете на расстояние около 8 млн. *км* прошел через фронт ударной волны. Скорость частиц солнечного ветра на фронте волны упала с 450 до 200 *км/сек*, а температура возросла с 10^4 до 10^6 градусов. Магнитопауза — граница магнитосферы — зарегистрирована на расстоянии около 7 млн. *км*. Таким образом, протяженность магнитного

поля Юпитера огромна. Состоит это поле как бы из двух частей — внутреннего (дипольного) и внешнего (недипольного). На поверхности Юпитера магнитное поле в восемь раз сильнее земного, а полная магнитная энергия Юпитера в 400 млн. раз больше энергии геомагнитного поля. Радиоционные пояса Юпитера — самые интенсивные в Солнечной системе.

С помощью ультрафиолетовой фотометрии удалось выяснить, что атмосфера Юпитера содержит 82% водорода, 17% гелия, а также молекулы углерода и азота, входящие в состав сложных соединений в верхних слоях облаков — аммиака и метана. Средняя температура планеты близка к —145° С, что связано со значительным динамическим перемешиванием в атмосфере.

«Пионер-10» прошел позади одного из спутников Юпитера—Ио, и по радиопросвечиванию удалось установить, что он имеет не только атмосферу, но и ионосферу.

Спустя год после полета «Пионера-10» окрестностей планеты достиг еще один аппарат — «Пионер-11». Пролетая мимо Юпитера на минимальном расстоянии около 43 тыс. *км* он передал на Землю фотографии с изображением полярных районов планеты, а также снимок «Красного пятна». Изучение циркуляционных процессов в пятне показало, что оно представляет собой грандиозный многовековой шторм, который еще находится в процессе развития. Пятно состоит из вихревых облаков, которые возвышаются над облачным слоем на 9 *км*. Вращающиеся массы газа имеют достаточно высокую температуру, о чем свидетельствует густо-красный цвет в центре пятна. Температура в периферии постепенно уменьшается.

* * *

Как бы ни были привлекательны прямые исследования планет Солнечной системы, не меньшее значение ракетная техника имеет для познания процессов, которые происходят в дальних окрестностях космоса. Одним из возможных средств такого познания служит изучение космических лучей. Они представляют интерес в основном для двух областей науки — физики частиц высоких энергий и астрофизики. Долгое время до постройки первых ускорителей космические лучи были единственным

источником частиц высоких энергий для исследования ядерных процессов и свойств элементарных частиц. Именно при изучении космических лучей были сделаны такие важнейшие открытия в физике элементарных частиц, как обнаружение позитрона, мезонов и некоторых гиперонов.

Астрофизическое направление исследований космических лучей получило свое наибольшее развитие в последние десятилетия. Благодаря исследованиям, проведенным на спутниках и автоматических межпланетных станциях, получены данные о составе потока галактических космических лучей. Было изучено влияние межпланетных магнитных полей на их интенсивность. На спутниках «Электрон» осуществлены длительные измерения ядерного компонента первичного космического излучения и прослежены вариации различных групп ядер в зависимости от солнечной активности. При полете станций, которые выходили за пределы магнитосферы Земли (начиная с «Зонда-3»), регистрировались солнечные космические лучи. При этом оказалось возможным изучить параметры распространения этих лучей в межпланетном пространстве, что в свою очередь позволило определить некоторые свойства этого пространства.

В экспериментах на искусственных спутниках Луны в составе солнечных космических лучей впервые были надежно обнаружены кратковременные возрастания потока электронов солнечного происхождения с энергией в десятки килоэлектрон-вольт и получены важные сведения о потоках энергичных солнечных протонов.

В составе космических лучей есть частицы столь высокой энергии, что даже сейчас так разогнать их искусственным путем невозможно. При всей грандиозности достижений современной техники все же масштабы созданных человеком установок очень малы по сравнению с масштабами космоса.

Советские ученые разработали научную аппаратуру, способную регистрировать частицы подобных энергий непосредственно в космическом пространстве; с помощью спутников «Протон» удалось получить ряд крупных научных результатов по физике космических лучей и взаимодействию частиц сверхвысоких энергий с ядрами различных потоков. Наиболее существенны результаты измерений эффективного сечения неупругого взаи-

модействия протонов первичных космических лучей с ядрами атомов углерода. В области энергий от 100 до 1000 млрд. *эв* обнаружено указание на возрастание сечения на 20%.

Выход в космос неизмеримо расширил наблюдательный диапазон при изучении звезд, галактик, сделав доступными для астрономов области гамма-излучения, рентгена, ультрафиолета, инфракрасной, субмиллиметровой и радиочастотной частей спектра. Рождение внеатмосферной астрономии дало науке мощное оружие для проникновения в тайны сложных и во многом еще загадочных процессов в космосе. В частности, за последнее время были получены такие крупные результаты, как обнаружение многочисленных рентгеновских источников, отождествляемых с активными ядрами галактик, скоплениями галактик и, возможно, с нейтронными звездами, и так называемыми «черными дырами».

Различные методы современной астрономии, дополняя друг друга, дают возможность изучать Вселенную во всем ее многообразии: исследовать грандиозные взрывные процессы в ядрах галактик и в звездах, свойства межгалактического газа, межзвездную среду, химический состав и распределение вещества в нашей галактике, физические параметры и процессы образования звезд, изучать сложные молекулярные вещества в различных космических объектах.

* * *

В настоящее время космические исследования вступают в новую фазу. Спустя двадцать лет после выхода человека в космос они все больше становятся нормальным видом научно-исследовательской деятельности, а космос — рабочим местом, лабораторией ученых. После первых, можно сказать, рекогносцировочных экспериментов началась эпоха систематических исследований, и грядущие десятилетия, несомненно, будут отмечены еще более крупными достижениями.

Укрупненно дальнейшее развитие космических исследований можно, по-видимому, представить следующим образом. В интересах науки — дальнейшее исследование свойств околоземного и межпланетного пространства, физической природы и происхождения Луны, планет и Солнца. Сюда же можно отнести внеатмосферные

астрономические наблюдения и контроль процессов, протекающих в глубинах Галактики и за ее пределами.

Другой раздел, тесно связанный с первым, определяется насущными запросами народного хозяйства. Это использование околоземного пространства для практических задач, совершенствования связи, метеорологии, навигации, геодезии, разведки полезных ископаемых, мобилизации дополнительных сельскохозяйственных ресурсов.

Значительное внимание будет уделяться фундаментальным исследованиям, которые, несомненно, повлекут за собой возникновение новых совершенно неизвестных в настоящее время и трудно предсказуемых приложений космонавтики в практической деятельности.

Главными задачами исследования околоземного пространства в ближайшие годы останется дальнейшее изучение верхней атмосферы Земли, магнитосферы, солнечно-земных связей. В настоящее время центр тяжести внутримагнитосферных исследований переносится на комплексное изучение свойств космической плазмы, магнитных и электрических полей. Характерным для будущих исследований станет переход от отдельных измерений в случайно, а иногда и наугад, выбранном месте к направленному, систематическому изучению динамических явлений в магнитосфере на основании уже известной ее грубой модели с помощью комплекса приборов на одном или нескольких одновременно существующих объектах, которые будут измерять различные, но взаимосвязанные параметры: концентрацию нейтральных и заряженных частиц, частиц излучений, магнитных и электрических полей и т. д.

Особый акцент в магнитосферных исследованиях будет делаться на изучение тех областей магнитосферы, которые играют ключевую роль в ее динамике и энергетике.

1976—1978 гг. — период Международного исследования магнитосферы (МИМ), имеющего целью международную координацию национальных программ спутниковых и наземных исследований в этой области. Большая история предшествующих исследований и широкое привлечение специалистов к обсуждению программы МИМ позволили наиболее полно сформулировать нерешенные

научные проблемы для такого всепланетного комплексного эксперимента.

Следует отметить, что МИМ имеет особое значение в том отношении, что для многих стран, вне зависимости от их возможностей для самостоятельного запуска ракет и спутников, появилась возможность сделать существенный шаг в развитии магнитосферных исследований путем обмена своих данных наземных наблюдений изучаемого явления на дополняющие их спутниковые данные о том же явлении.

Хотя выполнение программы МИМ позволит в кардинальной степени продвинуться в понимании глобальных изменений магнитосферы в пространстве и времени, ряд существенных вопросов, по-видимому, останется нерешенным. Сюда в первую очередь относится вопрос о механизмах различных магнитосферных процессов, который можно решить лишь на основе детальных измерений функций распределения частиц плазмы и электромагнитных полей, изменяющихся взаимосвязано в нелинейных плазменных процессах. В будущем, по-видимому, потребуются новые комплексные эксперименты такого рода, направленные на решение узловых проблем, которые будут сформулированы в результате МИМ.

В решении вопросов физики магнитосферы все большее внимания будет уделяться методу искусственной инжекции плазмы в магнистосферу для изучения плазменных и электромагнитных волн при их непосредственной генерации в бесстолкновительной плазме ионосферы и магнитосферы. Активные (управляемые) эксперименты открывают новый этап в исследовании космоса, приближая методы изучения в околоземном космическом пространстве к методам, используемым в физике лабораторной плазмы — направленное воздействие при контролируемых начальных условиях.

Примером глобального активного эксперимента будущего может стать обсуждаемый в научной литературе опыт по распылению паров лития в набегающем потоке солнечного ветра в окрестностях магнитосферы Земли. Под действием солнечного ультрафиолетового излучения пары лития, первоначально нейтральные, могут за несколько часов превратиться в облако ионизованной плазмы. Ионы лития будут при этом служить небольшой добавкой к протонам и ионам гелия, составляющим основное содержание плазмы солнечного ветра. Настроив

детекторы, регистрирующие корпускулярные частицы на спутниках и ракетах, которые будут функционировать в это время, на обнаружение ионов лития, можно получить глобальный разрез околоземной зоны солнечного ветра и магнитосферы Земли, восстановить важнейшие механизмы проникновения частиц в магнитосферу, ускорения их и захват в радиационные пояса. Такой эксперимент был бы планетарным аналогом испытанного метода подкрашивания жидкости или газа, позволяющим установить характер течений, турбулентности и т. д.

Достижения физики Солнца за последние десятилетия поставили перед учеными актуальные задачи еще более глубокого изучения физических процессов, обусловливающих вспышечную активность, исследования быстропеременных процессов на Солнце, процессов ускорения плазмы и извержения ее в межпланетное пространство, изучения законов преобразования энергии внутренних конвективных движений в энергию магнитного поля и далее в другие формы энергии. Намечается дальнейшее развитие внеатмосферных солнечных исследований — в рентгеновском, ультрафиолетовом, инфракрасном, субмиллиметровом и радиодиапазонах спектра.

Интерес к изучению физических явлений на Солнце обусловлен прежде всего тем, что именно оно диктует условия в Солнечной системе, в том числе и на Земле. Кроме того, Солнце — это ближайшая к нам звезда и, таким образом, изучая его, мы получаем информацию о процессах в звездах. Наконец, оно является громадной природной лабораторией плазменных исследований.

Одна из загадок физики Солнца состоит в том, что зарегистрированный поток солнечных нейтрино по каким-то причинам значительно меньше той величины, которую можно «выжать» из теоретических моделей Солнца, находящегося в стационарном состоянии. Были высказаны различные предположения, включая гипотезы о том, что «ядерная печь» Солнца выключалась или нейтрино может быть нестабильной частицей, которая распадается на пути к Земле. Не закрыты и более сложные нестационарные модели Солнца.

Качественно новый этап наступил в настоящее время и в исследованиях Солнечной системы. В следующем десятилетии ученые, занимающиеся космическими исследованиями, рассчитывают получить информацию практически о всех планетах Солнечной системы.

Две фундаментальные проблемы являются главнейшими в планетных исследованиях: первая — происхождение Солнечной системы, эволюция ее в прошлом, прогноз эволюции на будущее; вторая — происхождение жизни.

Следует заметить, что теория происхождения и эволюции Солнечной системы находится в значительно более трудном положении, чем теория звездной эволюции. Последняя разработана значительно более глубоко по той причине, что астрофизики изучили большое количество звезд, находящихся на разных стадиях развития и в результате стало возможным установить, в какой последовательности и при посредстве каких физических процессов происходит смена этих стадий. Что же касается Солнечной системы, то здесь в нашем распоряжении пока единственный объект этого рода.

Полагают, что планеты и другие тела вокруг Солнца должны были возникнуть 4—5 миллиардов лет назад предположительно в результате распада сплющенной дискообразной допланетной туманности, вращающейся вокруг центральной звезды. Химический состав допланетной туманности должен был «по наследству» передаться планетам.

Можно ожидать, что наиболее похожи по химическому составу на первичную туманность атмосферы планет-гигантов и, следовательно, задача точного исследования их состава с точки зрения фундаментальной проблематики имеет первостепенное значение.

Как велика была туманность, какова ее масса и физические условия к ней? Как происходил процесс конденсации газа и аккреции пылевой материи? Как формировались сами планеты? Насколько велика вероятность встретить систему, аналогичную Солнечной, около любой наперед заданной звезды? Эти и многие другие вопросы не могут быть сейчас выяснены отдельными экспериментами. Единственный путь подойти к их решению — узнать побольше новых фактов о строении и эволюции больших и малых тел Солнечной системы, а затем попытаться их систематизировать.

Накопление фактов о Солнечной системе должно вестись по нескольким направлениям. Прежде всего необходимо продолжать сравнительное изучение планет земной группы. Это помимо космологического имеет и самостоятельное научное и практическое значение. Так,

на Венере в результате очень насыщенной комбинации ряда факторов (медленное вращение планеты вокруг своей оси, высокая плотность ее атмосферы, и следовательно, большая теплоемкость, значительный приток тепла в подсолнечную точку) развивается сложная циркуляция вдоль экватора. В общих чертах она может рассматриваться как глобальный циклон, прокручивающий атмосферу планеты с периодом в 4 суток. Исследуя циркуляцию венерианской атмосферы, можно получить очень важную в прикладном отношении информацию, которая поможет лучше понять вопросы динамики атмосферы нашей собственной планеты. Значительную информацию при этом могли бы дать измерения в атмосфере Венеры с помощью надувных аэростатов и проведение одновременных наблюдений с борта искусственных спутников Земли.

Естественно, что задача исследований должна включать в себя не только изучение атмосферных движений различного масштаба, но также и физических причин и следствий этих движений. Иными словами, ученых интересует помимо движений поле температур и давлений, химический состав атмосферных газов и частиц облачного слоя, его горизонтальная и вертикальная структура, оптические свойства атмосферы.

Детальное исследование венерианской атмосферы позволит также решить, какой из процессов «отвечает» за ее разогрев. По-видимому, вопрос о причинах разогрева будет стержневой проблемой дальнейших исследований Венеры.

Изучение малых тел Солнечной системы — Луны, астероидов и комет важно для установления среднего состава протопланетного облака. Поскольку наиболее вероятный путь формирования больших планет — объединение малых тел, детальное изучение последних весьма существенно с точки зрения фундаментальных космологических проблем.

Луна привлекательна по двум причинам: она наиболее доступна и во многом приближается по строению к планетам земной группы. Однако прямое исследование вещества комет, астероидов и метеорных частиц, технически более сложное, принесло бы больше информации о самых ранних стадиях эволюции Солнечной системы. Несомненный научный интерес представляло бы, например, изучение образцов вещества доставленных

на Землю с поверхности астероидов. Одна из важнейших задач при исследовании кометы — прямое определение концентрации и состава нейтрального и ионизованного газа в различных ее частях.

О планетах-гигантах известно в настоящее время гораздо меньше, чем о планетах земного типа. Причинами являются, с одной стороны, большая удаленность, с другой,— резкое отличие их от Земли и невозможность использовать земные аналоги при интерпретации наблюдаемых явлений. Типичный и наиболее близкий к нам представитель планет-гигантов — Юпитер, и его изучению должно быть уделено наиболее пристальное внимание.

В отличие от других планет Солнечной системы, Юпитер выделяет тепла в 2,5 раза больше, чем получает от Солнца. Каким образом возникает подобная тепловая энергия, сказать трудно. Можно предположить, что Юпитер все еще продолжает сжиматься. В этом случае уменьшения диаметра планеты только на 1 *мм* в год достаточно, чтобы за счет высвобождаемой гравитационной энергии получить наблюдаемый выход тепла.

В проблеме происхождения жизни в настоящее время выделяются два основных направления: эволюция органических соединений в Солнечной системе и распространенность жизни. В земных условиях мы лишены возможности точно воссоздать начальные этапы эволюции органики. Поэтому изучение путей эволюции соединений углерода на различных небесных телах имеет огромное значение. В результате этих исследований можно будет установить, каким образом комплекс природных условий на той или иной планете влияет на систему органических молекул.

К пониманию этой проблемы можно подойти, решая отдельные задачи. Так, представляется важным выполнить исследования органических соединений непосредственно в атмосферах и грунте планет земной группы. Однако анализ органики грунта, например Марса, в образцах, доставленных на Землю, даст более достоверные результаты.

Анализ сложных органических соединений в кометах, как возможных протобиологических систем, может быть выполнен путем получения спектров органических молекул средствами космической техники. Методами оптических и радиоастрономических наблюдений можно

провести изучение распространенности органических молекул в газопылевых облаках в Галактике.

Эксперименты по обнаружению жизни целесообразно, по-видимому, проводить в ближайшем будущем лишь на Марсе. При этом удельный вес микробиологической аппаратуры на спускаемых на поверхность планеты станциях должен находиться в прямой зависимости от содержания органики в грунте Марса. Трудно, например, ожидать наличия каких-либо форм жизни на этой планете при экстремально низких концентрациях органических молекул в грунте.

Астрономические наблюдения будут развиваться по пути органического сочетания внеатмосферных, стратосферных и наземных наблюдений. При этом различные методы современной астрономии будут не дублировать, а дополнять друг друга, давая возможность изучать Вселенную во всем ее многообразии: исследовать грандиозные взрывные процессы в ядрах галактик и в звездах, свойства межгалактического газа, межзвездную среду, химический состав и распределение вещества в нашей Галактике, физические параметры и процессы образования звезд, изучать сложные формы вещества в различных космических объектах. Все это будет способствовать прояснению вопроса о возрасте Вселенной и выборе космологической картины мира, о состоянии вещества в молодой Вселенной.

Дальнейшее развитие внеатмосферной астрономии должно происходить, по-видимому, по пути запуска специализированных астрономических спутников, работающих в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Будут также создаваться постоянно действующие обитаемые обсерватории в космосе с перспективой неограниченного наращивания их размеров, оснащенных средствами анализа и регистрации, в том числе бортовыми электронными вычислительными машинами. На борту обсерватории будут установлены мощные телескопы, которые смогут вести измерения одновременно в разных участках спектра, что позволит составить полную картину наблюдаемого феномена.

Конечно, создать астрономическую обсерваторию на орбите не просто. Одна из сложных проблем — ориентация и стабилизация платформы, несущей астрономические приборы. В перспективе понадобятся системы, обеспечивающие заданную ориентацию с точностью порядка

сотых долей секунды дуги. Создание таких систем, безусловно, потребует совершенно новых технических принципов и технологических решений. Однако уже сегодня не видно неразрешимых проблем, которые не позволили бы в ближайшем десятилетии поместить на околоземной орбите телескоп с диаметром зеркала в несколько метров.

Космическая радиоастрономия — одно из важнейших научных направлений, где в ближайшем будущем можно

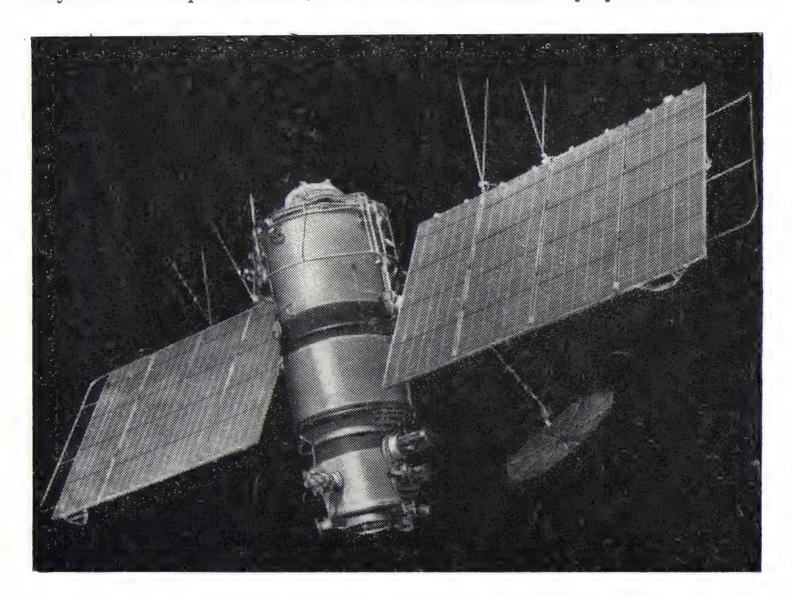


Рис. 8. Метеорологический спутник системы «Метеор».

ожидать наиболее революционных открытий, радикально влияющих на наши представления о Вселенной, месте человека и жизни в ней. Радиоастрономические обсерватории на орбите будут оснащаться все более крупными антенными системами, а также сетью одновременно работающих выносных радиотелескопов. Например, может быть разработан оптимальный элемент с целью создания в космическом пространстве радиотелескопа с размерами, превышающими даже размеры Земли, и с регулируемой формой поверхности.

Важной перспективой космической радиоинтерферометрии станет реализация очень больших баз, вплоть

до астрономической единицы. Это откроет совершенно новые возможности исследований: определение расстояний до любых объектов во Вселенной, получение объемных изображений, скоростей объектов и т. д.



Рис. 9. Земля из космоса. Список получен с борта советской автоматической станции серии «Зонд».

Уже сейчас мы имеем яркие примеры практического применения средств ракетно-космической техники. Спутниковая метеорология стала самостоятельной областью науки о погоде.

Метеорологические спутниковые системы будут непрерывно совершенствоваться. Это позволит со временем разобраться в сложном механизме климатообразующих факторов, а следовательно, можно будет избежать раз-

вития в нежелательном направлении тех процессов, которые могли бы повлиять на климат в худшую сторону.

Создание спутников связи позволило избежать многомиллионных затрат на постройку радиорелейных линий связи. Создание спутниковых систем прямого телевизионного вещания откроет возможность для более широкого распространения естественнонаучных и других знаний. Космическое телевидение станет доступным населению самых удаленных уголков нашей планеты и сыграет важную роль в развитии образования, подъема культуры народов развивающихся стран.

Уже сейчас видны широкие перспективы использования космических средств для целей диспетчеризации воздушного и морского транспорта. Возможности изучения из космоса природы нашей планеты, богатств ее недр и океанов поистине неограничены. Анализ целей и задач исследований природных ресурсов Земли показывает, что наиболее перспективными являются: в области океанографии — составление карт морских течений, карт термальных перепадов поверхности океана, фиксация волнения моря; в интересах повышения эффективности рыболовства — обнаружение косяков рыбы, определение районов океана, содержащих планктон; в интересах лесного и сельского хозяйства обнаружение очагов пожара и поражения вредными насекомыми, мелкомасштабное картирование лесов, составление сердне- и мелкомасштабных почвенных и ботанических карт, оценка состояния посевов и степени их созревания; в области гидрологии — обнаружение и изучение ресурсной облачности, определение динамики снегового и ледового покрова и выпадения осадков, прослеживание процессов эрозии почв, изучение динамики естественной и культурной растительности.

Применение космических методов для геологических целей, несомненно, приведет к качественному скачку в изучении закономерностей строения земных недр и поиска полезных ископаемых. Заметим, что ускорение разведки подземных богатств только на пять процентов дает ежегодный экономический эффект в два миллиарда рублей.

В настоящее время экспериментально и теоретически выясняются возможности методов и средств дистанционной индикации природных образований из космоса и вырабатываются способы наиболее эффективного

использования полученной информации различными отраслями науки и хозяйства.

Все большее развитие получает направление, связанное с использованием специфических условий космоса для прикладных физических, химических и других исследований. Проведены лишь первые технологические эксперименты, однако уже вырисовываются реальные очертания производства на околоземных орбитах: организация сверхточного литейного производства, получение сверхпрочных и сверхчистых материалов и кристаллов, структурных материалов, антибиотиков в особо стерильных условиях, разработка новой химической технологии и многое другое.

Сейчас еще кажутся нереальными контакты с другими мирами, но разве можно было себе представить в те времена, когда человек плавал только на плотах и пирогах, что будут столь распространены сообщения между континентами. Пилотируемые космические корабли во все большей степени будут выступать не только как средство расширения сферы исследований, но и как средство расширения сферы жизни. Естественно при этом, что дальнейшее освоение космического пространства связано с решением сложных биологических и медико-технических задач. Среди них одной из наиболее важных представляются вопросы физиологии длительного пребывания человека в космосе, вопросы создания систем жизнеобеспечения с замкнутым циклом круговорота вещества, иными словами, создания на космическом корабле миниатюрной модели земных условий обитания человека.

Кроме того, подлежат разрешению проблемы доставки к планетам больших масс, в том числе с применением двигательных установок на новых физических принципах, проблемы обеспечения надежности сложнейшей космической техники в течение длительного времени и ряд других. Впереди — создание космических кораблей, которые, будучи оснащены средствами сверхдальней связи, навигационными приборами, совершенными системами жизнеобеспечения, сделают возможными многолетние межпланетные путешествия. Достижение человеком планет Солнечной системы сейчас перестает быть мечтой и все больше становится на почву реальности.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Л. А. Ведешин

В 1975 г. по программе сотрудничества с социалистическими странами в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях были запущены искусственные спутники Земли «Интеркосмос-13» и «Интеркосмос-14», геофизические ракеты «Вертикаль-3» и метеорологические ракеты «МР-12» и «М-100».

Успешно развивалось сотрудничество между СССР и Францией.

5 июня советской ракетой-носителем выведен на орбиту французский спутник «МАС-2». На автоматических станциях «Венера-9» и «Венера-10» была установлена советско-французская научная аппаратура для исследования рассеянного ультрафиолетового излучения. На о. Хейса и о. Кергелен запущено несколько десятков метеорологических ракет «М-100» с советской и французской аппаратурой.

И наконец в январе — феврале 1975 г. в магнитно-сопряженных районах Архангельская область — о. Кергелен (Индийский океан) успешно реализован крупнейший советско-французский проект «АРАКС» по искусственной инжекции электронов и плазменной струи с борта ракет и исследованию сопутствующих эффектов в магнитосфере и ионосфере Земли. В ходе этого эксперимента получены уникальные данные о физических процессах в полях и плазме околоземного космического пространства.

19 апреля советской ракетой-носителем выведен на орбиту индийский спутник «Ариабата», а на международном полигоне ТЕРЛС (Индия) осуществлен запуск

нескольких десятков советских метеорологических ракет «М-100» и двух индийских ракет «Центавр» с советской аппаратурой.

С 25 ноября по 15 декабря на специализированном спутнике «Космос-782» с помощью аппаратуры СССР, ЧССР, США и Франции был проведен совместный биологический эксперимент по исследованию влияния факторов космического полета на живые организмы.

Успешно развивалось советско-американское сотрудничество в области исследования околоземного космического пространства, Луны и планет, изучения природной среды из космоса, космической метеорологии и космической биологии и медицины.

Однако центральным событием в советско-американском сотрудничестве в 1975 г. явилось осуществление экспериментального полета «Аполлон»—«Союз» (ЭПАС).

О реализации двух крупнейших экспериментов по программе сотрудничества в 1975 г. — проектах «ЭПАС» и «АРАКС» будет рассказано ниже.

Экспериментальный полет «Аполлон» — «Союз»

Совместный полет советского космического корабля «Союз» и американского корабля «Апполон» проводился на основе соглашения между СССР и США об изучении и использовании космического пространства в мирных целях, подписанного в Москве в мае 1972 г.

Полет советского и американского кораблей и стыковка их в космосе — важный этап в развитии сотрудничества между СССР и США в космических исследованиях. Он открывает перспективы дальнейших совместных работ в этой области.

Результаты этого исторического эксперимента в настоящее время обрабатываются и совместно анализируются специалистами обеих стран. В ходе полета советскими космонавтами и американскими астронавтами испытано новое андрогинное устройство, выполнена обширная научная программа, а 17 июля 1975 г. впервые осуществлена стыковка кораблей «Союз-19» и «Аполлон». В результате этого в околоземном пространстве была создана взаимосвязанная единая космическая система из кораблей двух стран, которая функционировала в течение двух суток. Старт ракеты-носителя с ко-

раблем «Союз-19» состоялся 15 июля в 15 ч. 20 мин. по московскому времени.

Выполнение программы орбитального полета космического корабля «Союз-19» началось сразу же после выведения его на орбиту искусственного спутника Земли. На первом же витке раскрылись антенны приемных и радиопередающих устройств и панели солнечных

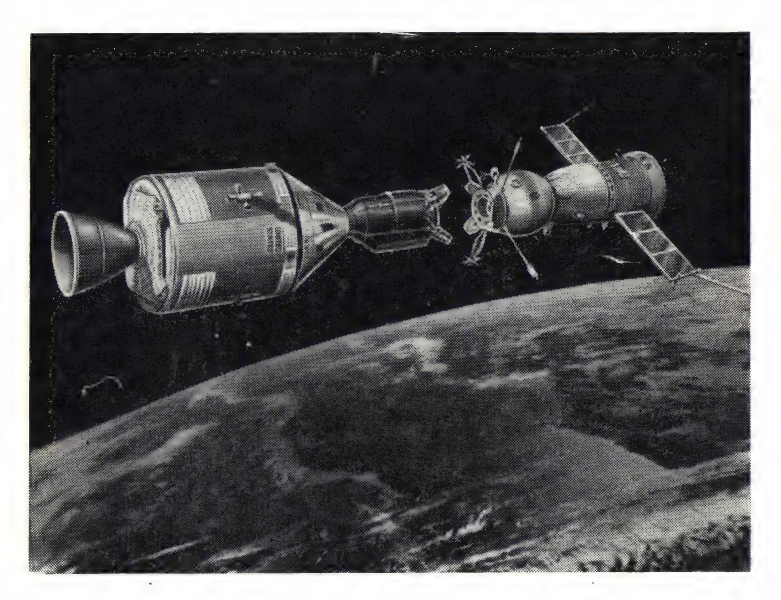


Рис. 1. Экспериментальный полет «Аполлон—Союз».

батарей. Один оборот вокруг Земли корабль совершал за 88,49 мин.

Космонавты А. А. Леонов и В. Н. Кубасов уже на втором витке открыли люк между спускаемым аппаратом и орбитальным модулем и выполнили контрольное снижение давления в отсеках корабля. Таким образом была проведена операция проверки работоспособности системы управления давлением.

Затем космонавты сняли скафандры и приступили к проверке бортовых систем, а также к подготовке корабля к выполнению первого маневра по формированию монтажной орбиты. Данные, необходимые для осуществления маневра, космонавты получили с Земли на третьем

витке полета. Включения двигательной установки «Союза-19» на семь секунд было достаточно для изменения высоты полета с 186,35—220,35 километров до 192—228 километров (соответственно перигей и апогей).

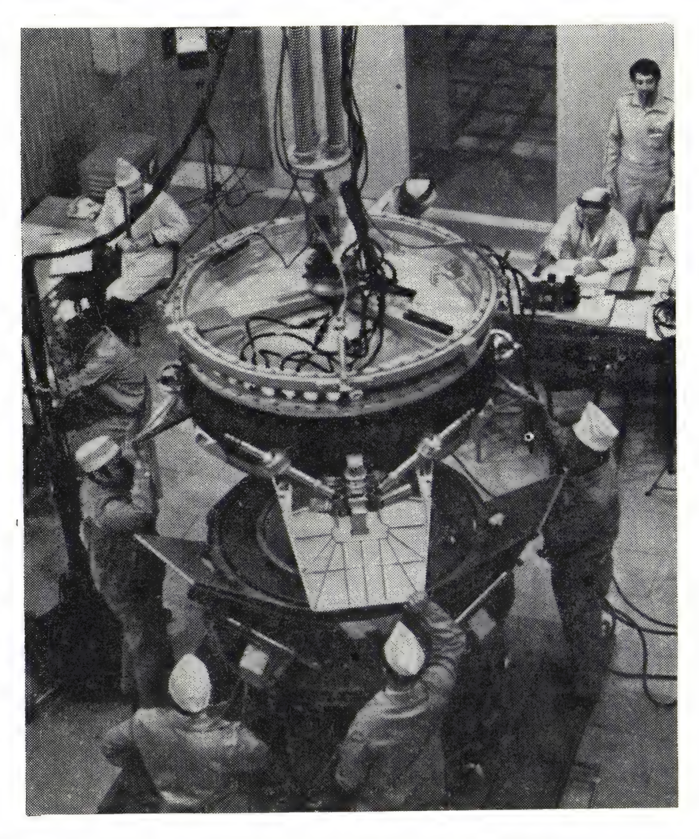


Рис. 2. Испытания стыковочного агрегата в Институте космических исследований АН СССР.

Затем была проведена ориентация корабля на Солнце. При этом панели солнечных батарей были направлены перпендикулярно к солнечным лучам, а кораблю было придано вращение вокруг оси, направленной на Солнце, с угловой скоростью 3 градуса/*сек*.

Для стыковки космических кораблей «Союз-19» и «Аполлон» необходимо было обеспечить совместимость

параметров их внутренней атмосферы. Атмосфера в корабле «Союз» состояла из обычного воздуха (содержание кислорода 17—33%, азота 82—66%) при давлении 760 миллиметров рт. ст., а в «Аполлоне» — из чистого кислорода при давлении 260 *мм* рт. ст. Такое различие в давлениях практически исключало для космонавтов возможность сразу открыть переходные люки в стыковочных агрегатах. Поэтому для подготовки к стыковке корабля «Союз-19» с кораблем «Аполлон» и последующему переходу экипажей на пятом витке полета началась операция постепенного снижения давления в отсеках корабля «Союз-19». В течение двух с лишним часов



Рис. 3. Экипаж «Союза» — Алексей Архипович Леонов (слева) и Валерий Николаевич Кубасов.

в спускаемом аппарате и орбитальном модуле давление снизилось с 867 до 539 *мм* рт. ст. На этом были закончены все подготовительные операции к стыковке с «Аполлоном», предусмотренные программой первого рабочего дня. Затем космонавты Леонов и Кубасов начали проведение совместного советско-американского эксперимента «Зонообразующие грибки» и односторонних биологических экспериментов «Рост микроорганизмов» и «Эмбриональное развитие рыб».

Эксперимент «Зонообразующие грибки» был подготовлен сотрудниками Института биофизики АН СССР и дает возможность изучить влияние совокупности факторов космического полета на наследственную ритмику клеточного деления и спорообразования у грибков. Это позволит выяснить воздействие радиационного фактора на живой организм при длительных космических полетах

и определить границы биологической безопасности пребывания в космосе.

Биологические ритмы жизнедеятельности самых различных организмов давно привлекают внимание ученых. Но изучение «биологических часов» у высших животных и человека — сложнейшая и до сих пор не решенная до конца проблема. Поэтому исследователям пришлось начать с изучения биологических ритмов простейших клеточных структур. В Институте биофизики АН СССР был выделен штамм лучистого грибка с четкими кольцами спорообразования, в природе обитающего в почве. На нем хорошо видны кольцевые зоны роста мицеллия (прозрачные кольца) и зоны спорообразования. Достоинством грибка являются также легкость синхронизации зонообразования световым режимом, способность к самоподдержанию синхронизации в течение длительного времени, удобный диапазон периодичности зонообразования — одна зона (кольцо) за одни сутки, возможность роста грибка в герметически закупоренных чашках Петри. Советскими специалистами для этого эксперимента был специально разработан прибор «Ритм-1». В его корпусе устанавливались две чашки Петри с грибком и пластиковые детекторы для регистрации потока тяжелых ядерных частиц — адронов.

За 7 суток до старта «Союза-19» и «Аполлона» в лабораториях СССР и США началась культивация грибка на питательных средах с последующим подбором необходимого ритма зонообразования. Затем приборы «Ритм-1» были доставлены на корабли «Союз-19» и «Аполлон». Во время полета космонавты их фотографировали через каждые 12 часов. В то же время в лабораториях в СССР и США специалисты параллельно вели наблюдения за контрольными образцами. Сейчас результаты эксперимента анализируются учеными обеих стран.

Биологический эксперимент «Рост микроорганизмов» предназначался для изучения влияния невесомости на жизнедеятельность одноклеточных. С этой целью культура микроба протея обыкновенного была высеяна на полужидкую питательную среду. В нее был добавлен индикатор, который под действием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов меняет свой светло-желтый цвет на красный. Увеличение окрашенной площади свидетельствует о росте и распространении культуры про-

тея в питательной среде. На прибор была нанесена шкала с делениями, по которой космонавты дважды в сутки проводили замеры и записывали данные в бортжурнал.

Цель другого эксперимента «Эмбриональное развитие рыб» — выяснение, как сказывается невесомость на развитие икры аквариумных рыбок «Danio rerio». На борту «Союза-19» изучалось также влияние космических факторов на одноклеточную водоросль хламидомонаду и цветковые растения крепис и арабидопсис.



Рис. 4. Экипаж Аполлона. Слева направо: Дональд Слейтон, Томас Стаффорд и Вэнс Бранд.

Спустя 7,5 часов после запуска «Союза-19» стартовал американский корабль «Аполлон». Выйдя на орбиту, командно-служебный модуль «Аполлона» отделился от последней ступени ракеты-носителя, развернулся на 180°, пристыковался к стыковочному модулю и извлек его из переходника, соединявшего корабль со ступенью ракеты-носителя. После этого корабль произвел маневр и удалился от ступени.

Астронавты Т. Стаффорд, В. Бранд и Д. Слейтон проверили бортовое оборудование и приступили к выполнению серии маневров для выхода на монтажную орбиту. Сначала они перевели «Аполлон» на круговую

орбиту с высотой 169 *км,* а затем выполнили первый маневр.

В соответствии с намеченной программой американские астронавты провели серию научных экспериментов. Велись наблюдения и съемка Земли, в частности, были сфотографированы южный район Тихого океана, Новая Зеландия и Западное побережье США. Астронавты выполнили ряд астрономических и биологических экспериментов, а также серию опытов в универсальной электрической печи по исследованию процессов кристаллизации, конвекции и смешиваемости в условиях невесомости. 17 июля в 7 часов утра расстояние между кораблями составляло 2150 *км*. Выполняя программу полета, Леонов и Кубасов осуществили геофизический эксперимент «Фотографирование дневного горизонта», который проводился для определения зависимости рассеяния света атмосферой на различных высотах для изучения стратосферного и мезосферного аэрозольных слоев.

В 16 часов 17 июля экипажи космических кораблей, пролетая над Атлантическим океаном, установили между собой ультракоротковолновую связь. Через 4 минуты Стаффорд, Бранд и Слейтон увидели «Союз-19» в телескопический секстан. Два корабля разделяло расстояние примерно в 430 *км*.

В начале 35-го витка космонавты провели необходимые подготовительные работы с оборудованием и системами, участвующими в обеспечении стыковки и перехода экипажей, и затем надели скафандры. В 19 ч. 09 мин., когда корабли пролетали над Бискайским заливом, произошло касание андрогинных стыковочных агрегатов. Затем произошла автоматическая сцепка, стягивание и герметизация стыка.

В условиях исследования космического пространства каждый корабль может оказаться и в роли спешащего на помощь и в роли ожидающего спасения. Спасение может быть осуществлено только при наличии универсальных, активно-пассивных, или, как говорят специалисты, андрогинных стыковочных агрегатов.

Стыковочное устройство каждого корабля оснащено расположенными на его периферии направляющими «лепестками» и стягивающими устройствами. В средней части этих агрегатов размещены люки диаметром 0,8 *м* для перехода космонавтов из одного корабля в другой. Перед полетом андрогинный стыковочный агрегат был

испытан на специальных стендах в Москве и в Хьюстоне, а также во время полета космического корабля «Союз-16».

Перед началом операции перехода космонавты Леонов и Кубасов провели контроль герметичности спускаемого аппарата и орбитального отсека, открыли люк и перешли в орбитальный отсек. Убедившись в герметичности стыка и тоннеля, Леонов и Кубасов сняли скафандры. В то же время Стаффорд и Слейтон через люк командного модуля по соединительному тоннелю переместились к люку стыковочного модуля и открыли его. Давление кислородной атмосферы в этих отсеках «Аполлона» равнялось 280 *мм* рт. ст. Перейдя в стыковочный модуль, эту своебразную шлюзовую камеру, астронавты закрыли за собой люк и повысили давление в модуле до 490 *мм* рт. ст., а газовый состав приблизили к составу воздуха, которым дышат советские космонавты. Затем астронавты повысили давление в стыковочном модуле до 506 *мм* рт. ст.

В 22 ч. 13 мин. Леонов и Кубасов открыли люк туннеля со стороны орбитального отсека корабля «Союз», а через 4 мин. американские астронавты открыли люк тоннеля со стороны стыковочного модуля. Первая встреча советских и американских космонавтов произошла в советском космическом корабле. С 23 ч. 17 июля до 00 ч. 05 мин. 18 июля в корабле «Союз-19» проходил совместный обед, по окончании которого экипажи обменялись приборами для проведения экспериментов «Микробный обмен» и «Зонообразующие грибки».

Затем Слейтон и Кубасов перешли в стыковочный модуль, где советский космонавт поместил в электрическую плавильную печь три патрона, каждый с тремя кварцевыми ампулами с образцами различных материалов. В первой ампуле находился алюминий с шариками вольфрама, во второй — германий с добавками кремния, в третьей — порошок алюминия. Научная программа и методология этого совместного эксперимента были разработаны в Институте металлургии АН СССР, а конструкцию плавильной печи создали специалисты США. Задачей эксперимента «Универсальная печь» являлось выяснение влияния невесомости на металлургические и кристаллохимические процессы в металлических и полупроводниковых материалах. На Земле трудно добиться низкого вакуума и моделировать длительное состояние

невесомости. В то же время именно эти технологические условия желательны для получения различных новых металлических и полупроводниковых материалов путем их кристаллизации непосредственно из жидкого состояния. Поэтому ученые решили исследовать эти условия в космосе.

В печи существуют три температурные зоны — горячая, «холодная» и переменной температуры — поэтому ампулы нагревались неодинаково.

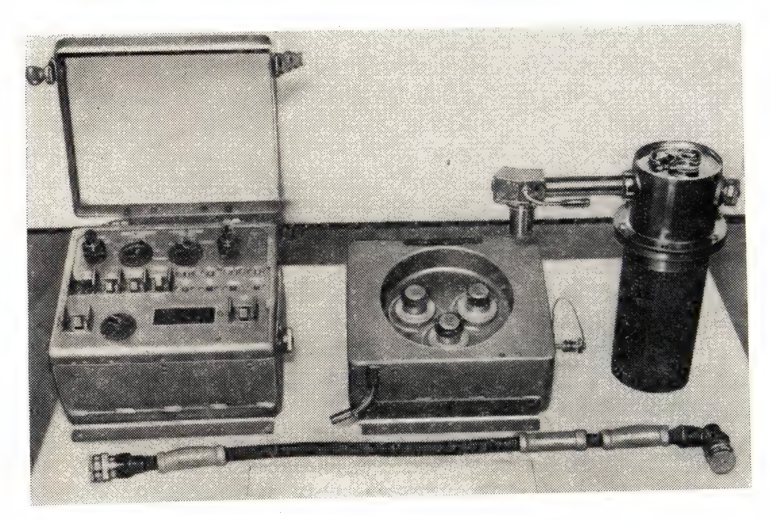


Рис. 5. Внешний вид универсальной печи.

При нагревании до 1050 градусов алюминий полностью расплавился, а вольфрам в нем частично растворился. Ученые впервые получили возможность оценить истинную скорость растворения вольфрама в алюминии при отсутствии силы тяжести. Образец германия, содержащий два процента кремния, служил для изучения процесса образования полупроводниковых кристаллов, а порошок алюминия — для исследования тонкостей формирования шаровых форм в условиях невесомости. Результаты этого эксперимента еще изучаются. Они имеют большое значение для будущей космической технологии в металлургии.

На 54-м витке был начат совместный эксперимент «Микробный обмен», основной задачей которого явля-

лось выяснение условий и характера переноса микробов, обитающих на коже и слизистых оболочках космонавтов, при подготовке к полету, в самом полете и после его завершения. Командиры кораблей Леонов и Стаффорд взяли у себя пробы микрофлоры. Таким образом можно будет оценить характер взаимообмена микроорганизмами между людьми во время их перехода из одного корабля в другой.

Пятый рабочий день у советских космонавтов начался с проведения биологических экспериментов. Затем они осуществили контроль систем корабля и приступили к выполнению операций по расстыковке космических кораблей «Союз» и «Аполлон».

В соответствии с программой в 15 ч. 02 мин. советский и американский корабли расстыковались. Началась подготовка к эксперименту «Искусственное солнечное затмение». Этот уникальный эксперимент был предложен сотрудниками Института космических исследований АН СССР и Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Такой эксперимент можно было осуществить при совместном полете двух космических кораблей, причем определяющую роль в этом опыте играл точный расчет движения кораблей и согласованность в действиях экипажей.

Космический комплекс «Союз»—«Аполлон» встретил восход Солнца в ориентированном положении: сопло маршевого двигателя «Аполлона» было направлено на Солнце. После восхода корабли «Союз-19» и «Аполлон» начали расходиться вдоль направления на Солнце под действием пружинных толкателей агрегата стыковки «Аполлона».

Через 30 *сек,* когда корабли продолжали расходиться по инерции со скоростью 1 *м/сек*, началось наблюдение затмения.

Космический корабль «Аполлон», имеющий круговое поперечное сечение, выполнял роль Луны и закрыл собой Солнце, а фотокамера, установленная на борту «Союза-19», произвела серию фотосъемок искусственного затмения. Американские астронавты в этот период фотографировали советский космический корабль. С помощью этих фотографий ученые смогут установить степень затененности иллюминаторов «Союза-19». В этом эксперименте впервые были проверены новые методы

исследования солнечной короны и свойств среды, непосредственно окружающей космический корабль (характеристик — загрязнения вокруг корабля, образующегося в результате утечки газов, работы двигателей системы ориентации и т. д.).

При полном затмении создаются благоприятные условия для изучения короны Солнца, в которой идут процессы рождения частиц высокой энергии, достигающих Земли и вызывающих множество геофизических явлений, таких, например, как нарушение радиосвязи или возникновения полярных сияний, а также воздействие на биосферу Земли. Одновременно с ходом этого эксперимента на одном из астрономических наблюдательных пунктов, расположенном в горах Кавказа, с помощью внезатменного коронографа также велись наблюдения Солнца. Сравнение наземных и космических наблюдений позволит получить данные о процессах, происходящих в различных областях короны Солнца. Эксперимент «Искусственное солнечное затмение» продолжался 3,5 мин. и прекратился, когда расстояние между кораблями достигло 220 *м*. Экипаж «Аполлона» включил двигатели для торможения и возвращения к «Союзу-19» в целях проведения повторной стыковки.

По окончании эксперимента Леонов и Кубасов провели киносъемку «Аполлона», а затем подготовились к повторной стыковке, которая проходила в сложных условиях из-за возникновения значительных колебаний космических кораблей и наглядно продемонстрировала надежность нового андрогинного периферийного стыковочного узла.

На 67-м витке советские космонавты приступили к подготовке корабля «Союз-19» к окончательной расстыковке. После расстыковки Леонов и Кубасов приступили к проведению совместного эксперимента «Ультрафиолетовое поглощение». Они привели в рабочее состояние уголковые отражатели, установленные на орбитальном модуле и приборно-агрегатном отсеке корабля «Союз-19».

В данном эксперименте измерялись концентрация и температура атомарного кислорода и азота в космическом пространстве на данной высоте полета методом резонансного поглощения. Он проводился большой группой исследователей Питтсбургского университета и отделения по изучению атмосферы и океана в Мичигане (Эн-Арбор,

США). С советской стороны в эксперименте принимали участие специалисты из Института космических исследований АН СССР. При проведении этого эксперимента корабль «Аполлон» облетал «Союз-19» на разных расстояниях и в разных плоскостях. В это время экипаж «Союза-19» поддерживал необходимую для выполнения эксперимента ориентацию корабля. В эксперименте использовалось измерение излучения резонансного источника (лампы), установленного на «Аполлоне»: его свет, будучи направлен на уголковый отражатель «Союза», затем возвращался на «Аполлон» к телескопу, фокусирующему его на входной щели регистрирующего спектрометра. При этом строго выдерживалось взаимоположение кораблей относительно друг друга, постоянная скорость полета и осуществлялась оперативная связь между кораблями.

Первое измерение, проведенное на расстоянии 150 *м* с уголковым отражателем, установленным на орбитальном модуле, не дало удовлетворительных результатов. По просьбе американской стороны второе измерение с расстояния 500 *м* было выполнено с резервным уголковым отражателем, установленным на приборно-агрегатном отсеке «Союза-19», для чего он совершил разворот на 180°. В результате были получены удовлетворительные результаты. Третье измерение проводилось в соответствии с программой — в плоскости орбиты с расстояния 1000 *м*. Эксперимент прошел успешно. На этом закончилась совместная деятельность экипажей.

В соответствии с программой полета советские космонавты в первой половине шестого дня проводили научные эксперименты «Фотографирование и наблюдение Земли», «Рост микроорганизмов», «Зонообразующие грибки». Леонов и Кубасов выполнили также маневры, имитирующие операции подготовки спуска, с включением на короткое время тормозной двигательной установки. В середине дня был проведен эксперимент «Фотографирование восхода Солнца», во время которого измерялись оптические свойства атмосферы и атмосферное поглощение солнечного света.

В ходе эксперимента проводилась фотографическая съемка восходящего Солнца. При этом время экспонирования каждого кадра точно фиксировалось для осуществления высотной привязки атмосферных слоев относительно поверхности Земли. Затем экипаж провел

заключительную часть биологических экспериментов и приступил к укладке и упаковке возвращаемого оборудования и научных приборов. На этом программа полета была закончена.

После завершения совместного полета «Аполлон» продолжал автономный полет еще в течение 5 суток. За это время американские астронавты выполнили ряд научных экспериментов по астрономии, геофизике, биологии и прикладным наукам. Они провели эксперимент «Исследование ультрафиолетового излучения», целью которого был поиск источников ультрафиолетового излучения, таких как некоторые звезды больших размеров, планетарные туманности, красные гиганты, субгиганты, карликовые звезды и др. Среди астрономических исследований, которыми занимался экипаж «Аполлона», был эксперимент «Свечение гелия», предусматривавший изучение межзвездной среды вблизи границ Солнечной системы. Астронавты наблюдали и фотографировали участки Земли по программе изучения природных ресурсов, а также проводили эксперименты по исследованию аэрозолей в стратосфере.

В биологических опытах астронавты изучали воздействие частиц больших энергий на живые клетки и исследовали влияние тяжелых ионов на семена растений и икру креветок. Кроме того, были продолжены опыты с универсальной печью.

Завершая полет, экипаж «Аполлона» произвел отделение стыковочного модуля от командного отсека корабля и провел с его помощью научный эксперимент по изучению возможностей измерений аномалий масс земной коры. Затем корабль совершил маневр и перешел на орбиту, с которой предстоял спуск на Землю.

Оценивая роль этого полета председатель Совета «Интеркосмос» при АН СССР академик Б. Н. Петров сказал: «Осуществление полета стало возможным только в результате разрядки международной напряженности, в результате миролюбивой политики КПСС».

Подводя итоги исторического полета «Союз» — «Аполлон» директор Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства США доктор Дж. Флетчер назвал 1975 г. годом крупнейших достижений в области советско-американского сотрудничества в космосе.

«АРАКС»: советско-французский космический эксперимент в магнитно-сопряженных точках

Эксперимент «АРАКС» организован в рамках советско-французского сотрудничества, осуществляемого Национальным центром космических исследований Франции и Советом «Интеркосмос» при Академии наук СССР. Руководители проекта «АРАКС»— директор Института космических исследований АН СССР академик Р. З. Сагдеев, заместитель директора Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН) И. А. Жулин и директор Тулузского центра исследований космических излучений профессор Ф. Камбу.

Достижения космической техники привели к открытию так называемого «солнечного ветра»— потока заряженных частиц, порождаемых Солнцем. Этот поток существенно влияет на околоземное космическое пространство. Вторгаясь в магнитное поле Земли, частицы отклоняются к ее полюсам и могут вызывать различные геофизические явления: магнитные бури, полярные сияния, нарушение радиосвязи.

Каким образом энергия «солнечного ветра» передается внутрь магнитосферы Земли? Как происходит вторжение частиц в плотные слои атмосферы? Эти задачи в течение ряда лет последовательно и всесторонне решают советские и французские специалисты. Они успешно осуществили ряд совместных проектов.

Особый интерес для ученых представляют исследования в магнитно-сопряженных районах Земли, которые лежат на разных концах одних и тех же «дуг»— магнитных силовых линий. Оба конца магнитной силовой «трубки», соединяющей Архангельскую область и остров Кергелен, находятся на суше. Это очень удобно для экспериментов.

Несколько лет назад в этих районах специалистами обеих стран уже проводились одновременные запуски высотных аэростатов с аппаратурой для изучения рентгеновского излучения, связанного с полярными сияниями (проект «Омега»).

Эксперимент «АРАКС» является развитием исследований в магнитно-сопряженных точках Земли. На этот раз был использован принципиально новый, активный

метод. Его суть в том, что с помощью искусственной инжекции пучка электронов в магнитосферу вызываются процессы, подобные естественному вторжению потоков заряженных частиц.

Как известно, электроны, захваченные геомагнитным полем в южном сопряженном районе (в данном случае имеется в виду пространство над островом Кергелен), движутся вдоль магнитной линии и вторгаются в ионосферу над северным сопряженным районом в Архангельской области. Изменяя условия введения электронов в околоземное космическое пространство, можно полнее представить механизм вторжения заряженных частиц в ионосферу, лучше понять причины, вызывающие полярные сияния, магнитно-ионосферные возмущения, из-за которых нарушается радиосвязь и происходят другие явления.

Подготовка эксперимента «АРАКС» велась советскими и французскими специалистами в течение нескольких лет.

В качестве первого подготовительного этапа в ночь с 29 на 30 мая 1973 г. в Советском Союзе с помощью метеорологической ракеты «МР-12» впервые был проведен эксперимент «Зарница» по созданию на высотах 100—170 *км* искусственного полярного сияния.

На борту «МР-12» был установлен специальный ускоритель электронов. После выхода ракеты за пределы нижней атмосферы на высоте 100 *км* электронная пушка начала инжекцию электронов в ионосферу сверху вниз вдоль силовых линий магнитного поля Земли. Энергия электронов в пучке, выпущенном в пространство, составляла от 7,5 до 10 *кэв* при мощности пучка около 4 *квт*.

На 200-й секунде полета ракета достигла максимума высоты — 163 *км*. Эксперимент продолжался на восходящей и нисходящей ветвях траектории полета ракеты в течение 232 *сек*, вызывая свечение неба, родственное полярному сиянию. На борту ракеты имелась и другая научная аппаратура. За искусственным вторжением электронов в ионосферу следило несколько наземных станций с оптическими (включая телевизионные) и радиофизическими средствами наблюдения. Чтобы аппаратура на наблюдательных пунктах зафиксировала свечение, необходимо было выбрать темную безлунную ночь и абсолютно чистое небо.

До сих пор во время космических экспериментов фиксировалось только развитие естественных процессов и явлений в околоземном пространстве.

В эксперименте «Зарница» с помощью электронного пучка искусственно вызываются процессы, которые позволяют понять особенности некоторых крупномасштабных явлений в космосе. Так, например, изменяя условия введения электронов в околоземное космическое пространство, можно полнее представить себе механизм вторжения ионизованных частиц в ионосферу. «Зарница» является первым «управляемым» экспериментом в космосе, в результате которого получены ценные научные результаты. Это прежде всего 300 фотографий искусственного полярного сияния. Удалось выяснить особенности прохождения электронного пучка, тонкую структуру лучевых форм сияния, вызванного пучком. Обнаружены крайне интересные явления в радиодиапазоне, где было зарегистрировано излучение с частотами, многократно превышающими локальную излучаемую частоту.

В октябре 1974 г. на остров Кергелен было доставлено оборудование и туда прибыла советско-французская экспедиция для подготовки научной аппаратуры и ракет к запуску.

В качестве носителя использовалась французская геофизическая ракета «Эридан». На ней были установлены ускоритель электронов и генератор плазмы, созданные в институте электросварки имени Е. О. Патона Академии наук Украины и Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова. На ее борту размещался также комплекс советской и французской научной аппаратуры для измерения волновых излучений и регистрации потоков частиц при искусственной инжекции электронов. Общий вес научной аппаратуры составлял более 400 *кг*.

Эксперимент проходил в два этапа. Первый этап был осуществлен 26 января, второй — 15 февраля 1975 г.

Во время подъема ракеты на высотах порядка 150—200 километров ускоритель выпускал импульсы электронов с энергиями 27 и 15 *кэв* при силе тока 0,5 *а* под различными углами к магнитной силовой линии. Генератор плазмы выбрасывал струю цезиевой плазмы для компенсации положительного заряда ракеты.

Прием телеметрической информации с советского прибора «Спектр», регистрировавшего волновые излучения, успешно осуществлялся с помощью приемных устройств

на борту научного судна «Боровичи» в районе острова Кергелен.

В то же время в Архангельской области группа советских и французских специалистов с помощью сверхчувствительных телевизионных установок, фотометров, электронно-оптических усилителей изображения принимала участие в оптических наблюдениях. В Костромской и Вологодской областях работали радиолокационные установки, а также радиоспектрограф ИЗМИРАН. Они позволяли вести наблюдения за рассеянием радиоволн и радиоизлучения в области вторжения электронов в плотные слои атмосферы. Оптические наблюдения выполнялись также самолетом-лабораторией «ЯК-40». В Архангельской области проводился ряд других радиофизических и геофизических наблюдений.

Пока ученые располагают предварительными материалами. Однако в целом можно сказать, что эксперимент прошел очень успешно. Вся бортовая и наземная аппаратура работала нормально. С помощью радиолокационных установок удалось определить истинное положение магнитно-сопряженной точки, в которой было вызвано искусственное полярное сияние. В ходе эксперимента получена также информация о сложных взаимодействиях электронного пучка со средой, не ожидавшаяся ранее учеными. Именно такие результаты наиболее интересны для специалистов. Они дают толчок для новых идей в этой области исследований. Фотоматериалы с результатами оптических наблюдений пока обрабатываются и будут подвергнуты тщательному анализу. Интересные данные других видов наблюдений уже анализируются и изучаются специалистами. В частности, во время обоих запусков ракет «Эридан» на острове Кергелен американские специалисты провели измерения рентгеновского излучения, которое возникает при торможении искусственно инжектированных электронов в плотных слоях атмосферы.

В ходе эксперимента получен большой объем данных о процессах в магнитосфере и ионосфере Земли, сопровождавших искусственную инжекцию электронов и плазменной струи.

Советские и французские ученые высоко оценивают результаты этого космического эксперимента. В перспективе подобные эксперименты позволят поставить вопрос об управляемом воздействии на процессы в околоземном пространстве.

ШЕСТОЙ СЪЕЗД ВСЕСОЮЗНОГО АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

М. М. Дагаев

Очередной, шестой съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР проходил с 21 по 24 октября 1975 г. в столице Армении г. Ереване, в здании Президиума Академии наук Армянской ССР.

На съезде присутствовало 286 делегатов с решающим и 15 делегатов с совещательным голосом от 60 отделений Общества. В работе съезда приняли участие президент Академии наук Армянской республики академик В. А. Амбарцумян, чл.-корр. АН СССР Ю. Д. Буланже, чл.-корр. АН СССР М. С. Зверев, 29 профессоров и докторов наук, среди которых известные ученые Д. Я. Мартынов, Л. В. Мирзоян, В. П. Джапиашвили, А. А. Нефедьев, С. К. Всехсвятский, Э. Е. Хачикян и др., 78 доцентов и кандидатов наук, преподаватели астрономии и геодезии высших учебных заведений, геодезисты-производственники, учителя средних школ, работники планетариев; всего же по специальностям — 102 астронома, 172 геодезиста и 12 представителей смежных наук.

Съезд открылся в 11 час. по ереванскому времени вступительной речью президента ВАГО профессора Д. Я. Мартынова. С теплыми приветствиями и пожеланиями успешной работы съезду выступили академик В. А. Амбарцумян (от имени Президиума Академии наук СССР и Президиума Академии наук Армянской ССР) и начальник Главного управления геодезии и картографии кандидат технических наук И. А. Кутузов (от имени ГУГК при Совете Министров СССР). Были зачитаны

приветствия от председателя Всесоюзного общества «Знание» академика И. И. Артоболевского и от выдающихся советских астрономов, не имевших возможности принять участие в работе съезда — академика А. А. Михайлова, академика Академии наук Грузинской ССР Е. К. Харадзе, академика Академии наук Узбекской ССР В. П. Щеглова, чл.-корр. АН СССР В. В. Соболева, чл.-корр. АН СССР О. А. Мельникова.

Шестой съезд ВАГО собрался в период подготовки к выдающемуся политическому событию в жизни нашей страны, в преддверии XXV съезда Коммунистической партии Советского Союза, на рубеже девятой и десятой пятилеток, что и определило основные направления работы съезда, обсудившего состояние и успехи астрономии и геодезии в Советском Союзе и, в частности, в Армянской республике, итоги работы ВАГО за истекшее пятилетие (1970—1975 гг.), перспективы развития астрономии и геодезии, пропаганды этих наук, а также подготовки астрономических и геодезических кадров в десятой пятилетке.

На утреннем пленарном заседании 21 октября 1975 г. съезд заслушал два основополагающих доклада. В первом докладе И. А. Кутузова «Состояние и перспективы развития советской геодезии» были изложены основные теоретические проблемы геодезической науки и ее применение в народном хозяйстве. Во втором докладе чл.-корр. АН СССР Э. Р. Мустеля, проф. А. Г. Масевич и канд. физ.-мат. наук Г. С. Хромова (изложенном Г. С. Хромовым) «Перспективы развития астрономии в СССР в десятой пятилетке» отмечены большие успехи в изучении планет Солнечной системы космическими аппаратами, в исследованиях Солнца, звезд и внегалактических объектов наземными средствами, а также с орбитальных научных станций типа «Салют», в ультрафиолетовых и рентгеновых лучах. В настоящий период происходит переход от оптических и радио-методов к всеволновым методам астрономических исследований, в связи с чем роль наземных средств изучения далеких небесных объектов значительно возрастает, что приводит к необходимости сооружения крупных телескопов. Осенью 1974 г. установлен 6-метровый телескоп-рефлектор Специальной астрофизической обсерватории, а сейчас заканчивается монтаж нового 2,6-метрового телескопа-рефлектора в Бюраканской астрофизической обсерватории Академии наук

Армянской ССР. По сравнению с телескопом-рефлектором таких же размеров Крымской астрофизической обсерватории новый телескоп значительно усовершенствован и позволит фотографировать небесные объекты до 23-й видимой звездной величины.

На вечернем пленарном заседании 21 октября съезд заслушал «Отчетный доклад Центрального совета ВАГО о деятельности Общества за 1971—1975 гг.», зачитанный президентом ВАГО проф. Д. Я. Мартыновым *). Докладчик сообщил, что за истекший период число отделений Общества возросло с 55 до 65, число его действительных членов — с 5638 до 7000 чел., число членов-коллективов — с 197 до 220 и число членов юношеских секций — с 1037 до 2500 чел. За это пятилетие созданы новые отделения во Владимире, Вильнюсе (Литовское), Калининграде, Кемерове, Красноярске, Кривом Роге, Южно-Сахалинске (Сахалинское), Тюмени и Целинограде, а также филиал Казанского отделения в Набережных Челнах.

За истекшее пятилетие президиум Центрального совета рассмотрел и решил много актуальных задач, поставленных V съездом ВАГО и пленумами Центрального совета, которые созывались ежегодно. Из наиболее крупных мероприятий необходимо отметить первую Всесоюзную астрономо-геодезическую конференцию (Тбилиси, апрель 1973 г.), четвертый коллоквиум по любительскому телескопостроению (Баку, март 1972 г.), разработку практических предложений по кардинальному улучшению геодезических и маркшейдерских работ, регулярные научно-технические совещания и конференции по геодезии, совещания по изучению серебристых облаков (Томск, февраль 1971 г.; Баку, март 1972 г.; Москва, август 1973 г.; Таллин, март 1975 г.) и Тунгусского метеорита (Москва, январь, 1975 г.), второй слет юных астрономов в Москве (1971 г.), совещание председателей учебно-методических секций отделений ВАГО (Горький, 1973 г.).

Общество участвовало в работе XV Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза (Москва, август 1971 г.), XXIV Международного астронавтического конгресса (Баку, октябрь 1973 г.) и III Европейской астрономической конференции (Тбилиси, июль

*) Текст доклада опубликован в Циркуляре ВАГО № 28, 1976.

1975 г.), в совещаниях председателей и представителей геодезических обществ социалистических стран (в 1971 г. — в Москве и Ярославле; в 1972 г. — в Югославии и в 1973 г. — в Польше). Общество поддерживало тесную связь с астрономическими и геодезическими обществами социалистических стран, а также Франции, Англии, Австрии, Швеции, США, Канады, Индии и др. стран. ВАГО получает большое количество научной зарубежной литературы и посылает в обмен свои издания.

Многие отделения Общества проводили научные астрономические и геодезические исследования, оказывали практическую помощь геодезическим службам в строительстве, а также в преподавании астрономии и геодезии. Общество проводило большую работу по оказанию помощи в работе действующим и по организации новых планетариев и народных обсерваторий. Новые планетарии с современной аппаратурой строятся в Баку и Львове, реконструируется — в Москве, новые народные обсерватории — в Баку, Смоленске и в ряде сельских местностей. Массовые секции многих отделений проводили пропаганду астрономических и геодезических знаний среди населения, в том числе популярные лекции, вечера, олимпиады и экскурсии на астрономические обсерватории.

Большое внимание уделялось издательской деятельности. Регулярно выходит «Астрономический календарь — ежегодник», астрономические календари на Украине, в Грузии, Латвии и Узбекистане, научный журнал «Астрономический вестник», научно-популярный журнал «Земля и Вселенная». Изданы шестое издание «Постоянной части Астрономического календаря», научные монографии А. М. Шульберга «Тесные двойные звезды с шаровыми компонентами», С. К. Всехсвятского и Н. И. Ильчишиной «Кометы 1965—1970 гг.», тематические сборники «Любительское телескопостроение», «Астрономия в школе» и др., инструкции к наблюдениям. К настоящему времени тираж Астрономического календаря — ежегодника достиг 40 тыс. экз.

После оглашения заключения Центральной ревизионной комиссии ВАГО съезд признал работу Центрального Совета удовлетворительной.

На утреннем пленарном заседании съезда 22 октября были заслушаны интересные доклады академика В. А. Амбарцумяна «Проблемы эволюции галактик», чл.-корр. АН СССР М. С. Зверева «Современные пробле-

мы астрометрии» и проф В. Д. Большакова «Картографирование Луны и планет».

Секционные заседания проходили вечером 22 октября и весь день 23 октября. На заседаниях астрономической секции заслушаны и обсуждены доклады проф. Л. В. Мирзояна «Развитие астрономии в Армянской ССР», проф. Г. М. Товмасяна «Внегалактическая радиоастрономия», канд. философских наук В. В. Казютинского «Астрономия и современная естественно-научная картина мира», проф. С. К. Всехсвятского «Проблемы космогонии Солнечной системы», проф. Н. В. Васильева «Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита», проф. Д. Я. Мартынова «Красный Сириус», В. К. Луцкого «Страницы истории ВАГО в предвоенные годы» и др.

Геодезическая секция заслушала и обсудила доклады М. В. Шульмина «Об основных направлениях научных исследований в геодезии», В. Ф. Черникова «Основные направления научных исследований в инженерной геодезии», А. С. Земцева «Состояние и задачи топографо-геодезического обеспечения городов», Р. Э. Аразяна «Современная технология крупномасштабных съемок и др.

Учебно-методическая секция провела дискуссию по докладам А. В. Артемьева и М. М. Дагаева «Состояние преподавания астрономии в педвузах СССР», Э. В. Кононовича «О связях астрономии с другими предметами средней школы», В. В. Радзиевского «О программах и учебниках для физико-астрономических отделений педвузов», В. И. Курышева «Методы активизации познавательной деятельности студентов в преподавании вузовского курса астрономии» и др.

На заседаниях массовой секции рассмотрены доклады К. А. Порцевского «Планетарии мира и СССР», В. А. Бронштэна «О развитии сети народных обсерваторий», И. М. Безчастного «Разработка экспериментального проекта малого планетария с обсерваторией», Б. Г. Пшеничнера «Методы активной пропаганды астрономо-космических знаний среди молодежи», М. М. Шемякина «Любительское телескопостроение в отделениях ВАГО за пять лет» и др.

На утреннем пленарном заседании 24 октября съезд заслушал доклад чл.-корр. АН СССР Ю. Д. Буланже «Проблемы изучения движений земной коры», а затем

приступил к организационным вопросам. Съезд единогласно избрал почетными членами Общества горьковских астрономов проф. С. А. Каплана и проф. В. В. Радзиевского, киевского астронома проф. Д. В. Пясковского и киевского геодезиста проф. А. И. Кобылина (посмертно). Присутствующим на съезде вновь избранным членам были вручены дипломы Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

На этом же заседании съезд единогласно принял резолюцию и избрал Центральный совет в составе 56 членов и Центральную ревизионную комиссию в составе 9 чел.

Перед закрытием съезд выразил глубокую благодарность партийным и государственным органам Армянской республики и Еревана, Президиуму Академии наук Армянской ССР, оргкомитету съезда и Армянскому отделению ВАГО за хорошую организацию работы съезда.

Состоявшийся в тот же день пленум вновь избранного Центрального совета ВАГО избрал Президиум в составе 18 чел.: президент ВАГО — Ю. Д. Буланже; вице-президенты — В. В. Федынский, Л. С. Хренов, А. С. Земцев, Г. С. Хромов (Москва) и В. В. Радзиевский (Горький); ученые секретари — В. А. Бронштэн и Ю. К. Неумывакин (Москва); члены Президиума — В. В. Соболев (Ленинград), Е. В. Громов, И. А. Кутузов, Е. П. Левитан, А. Б. Маринбах, Д. Я. Мартынов, Н. А. Поляков, К. А. Порцевский, С. С. Уралов (Москва), А. В. Бородин (Ярославль).

Члены центрального совета ВАГО: В. А. Амбарцумян, Р. Э. Аразян (Ереван), П. Б. Бабаджанов (Душанбе), И. В. Байков (Ростов-на-Дону), К. А. Бархатова, Е. А. Кузнецова (Свердловск), И. Ф. Болгов (Куйбышев), А. В. Буткевич (Львов), Н. В. Васильев (Томск), М. Г. Герасименко, Н. И. Гришин, М. М. Дагаев, А. А. Кондрашов, В. К. Луцкий, Б. Г. Пшеничнер, М. М. Шемякин (Москва), С. П. Денисенко, М. А. Дирикис (Рига), Л. Б. Закиров, А. А. Нефедьев (Казань), Г. М. Кирьяков (Иркутск), В. М. Королевцев (Воронеж), В. А. Крумелис, Д. В. Пясковский (Киев), В. И. Курышев (Рязань), В. В. Мартыненко (Симферополь), О. А. Мельников, А. И. Федотов (Ленинград), М. С. Нестеренок (Минск), А. К. Плахтий, В. П. Щеглов (Ташкент), О. С. Разумов (Тула), Г. Ф. Султанов (Баку), Д. Н. Фиалков (Омск), М. З. Хабиров (Уфа), Е. К. Харадзе (Тби-

лиси), В. П. Цесевич (Одесса), В. Ф. Черников (Новосибирск).

Состав Центральной ревизионной комиссии: председатель — В. М. Кузнецов, заместители председателя — И. Т. Зоткин и Г. Д. Сатин (Москва); члены — В. Г. Батурлинский (Владимир), В. И. Езерский (Харьков), С. Г. Кулагин (Горький), К. А. Лосев (Куйбышев), А. И. Степанов (Ленинград), В. З. Халхунов (Москва).

Во второй половине дня 24 октября участники съезда посетили Бюраканскую астрофизическую обсерваторию, где ознакомились с основными инструментами, в том числе с монтируемым 2,6-метровым рефлектором. На другой день была проведена экскурсия на высокогорное озеро Севан, расположенное в 60 *км* от Еревана. От обеих экскурсий осталось прекрасное впечатление, и участники съезда выразили свою глубокую благодарность их организаторам.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИИ В 1977 г.

А. И. Еремеева

Перечень памятных дат в истории астрономии в 1977 г. начинается и заканчивается знаменательными именами. 31 марта исполняется 250 лет со дня смерти гениального Исаака Ньютона (1643—1727 гг.), который завершил в конце XVII в. первую великую революцию в физике и астрономии. В декабре же исполнится 125 лет со дня рождения гениального экспериментатора, американского физика польского происхождения А. А. Майкельсона (1852—1931 гг.), который, подобно своему великому соотечественнику Копернику, снова пошатнул укрепившиеся за три с половиной века устои теперь уже ньютоновской физической картины мира.

Многие памятные даты 1977 г. связаны с именами ученых, не являвшихся астрономами-специалистами, но оставивших глубокий след и в этой науке.

В апреле исполняется 150 лет со дня смерти выдающегося немецкого физика Э. Ф. Ф. Хладни (1756—1827 гг.), с именем которого в истории астрономии связано рождение научной метеоритики. В том же месяце исполняется 200 лет со дня рождения великого немецкого математика и астронома К. Ф. Гаусса (1777—1855 гг.), который своими новыми методами расчета орбит произвел революцию в небесной механике XIX в. В июле минет 75 лет со дня смерти талантливого французского геодезиста и астронома Э. Фая (1814—1902 гг.), сыгравшего существенную роль в развитии космогонии и одним из первых подвергнувшего серьезному научному анализу проблему жизни во Вселенной. В сентябре исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося английского фи-

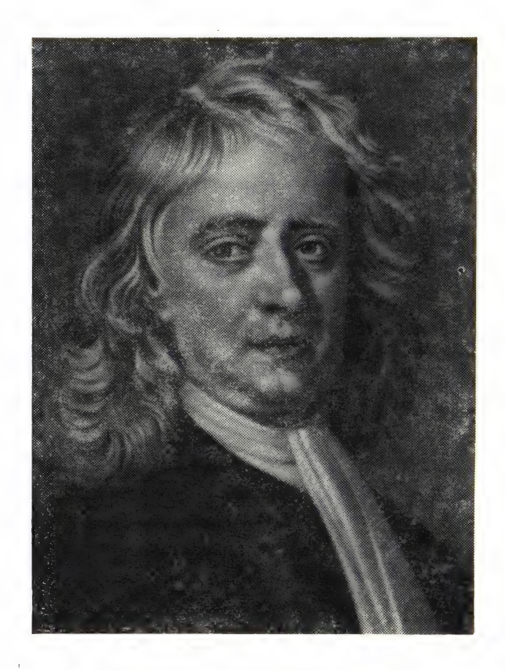
зика и астрофизика Д. Х. Джинса (1877—1946 гг.), одного из родоначальников современного учения о внутризвездных источниках энергии, и 200 лет со дня смерти одного из великих ученых-энциклопедистов, немецкого математика, физика и астронома-космолога И. Г. Ламберта (1728—1777 гг.), одного из авторов идеи иерархической Вселенной. В октябре исполняется 50 лет со дня смерти знаменитого шведского физико-химика Сванте Аррениуса (1859—1927 гг.), стоявшего также у истоков формирования астрофизического направления в астрономии. В том же месяце будет 100 лет со дня рождения выдающегося американского астрофизика Г. Н. Рессела (1877—1957 гг.), с именем которого связано установление первых фундаментальных закономерностей, отражающих развитие звезд.

Кроме того, в 1977 г. исполняется 150 лет со дня смерти П. С. Лапласа (1749—1827 гг.; см. АК на 1974 г.) и 100 лет со дня смерти У. Ж. Ж. Леверье (1811—1877 гг.; см. АК на 1961 г.).

* * *

Исаак Ньютон родился 4 января 1643 г. на небольшой сельской ферме Вулсторп в графстве Линкольншир недалеко от г. Грэнтэм. От этого времени до того дня, когда в пантеоне своих великих соотечественников — Вестминстерском аббатстве — англичане отдали последнюю дань уважения гению нации, всемирно известному (хотя еще не везде понятому) ученому и президенту Лондонского Королевского общества, бывшему члену парламента (1688—90 гг.) и пожизненному (с 1696 г.) директору одного из главных правительственных учреждений — Монетного двора, возведенному исключительно за свои научные заслуги в дворянское звание сэру Исааку Ньютону — должно было пройти более восьми десятилетий. И поскольку вся жизнь Ньютона была целиком посвящена науке, то сейчас скорее приходится напоминать в общем не очень существенные для ученого вышеуказанные внешние детали его жизни. Все главное, связанное с именем Ньютона, знакомо каждому со школьных лет, и не только его законы, математические формулы (вроде бинома Ньютона), схема телескопа, но и то, что все свои великие открытия он сделал в молодые годы, в частности, во время эпидемии чумы, спасаясь от нее в своем Вулсторпе, где он действительно мог уви-

деть знаменитое падение яблока... Поэтому целесообразнее остановиться на его общей роли в развитии естествознания, лишь попутно напоминая о конкретных открытиях.



Исаак Ньютон (1643—1727).

Бесчисленные исследования творчества, биографии,— и среди них лучшая у нас, написанная академиком С. И. Вавиловым,— юбилейные сборники (пять только на русском языке) — вся эта обширная литература (помимо общих книг по истории естествознания) детально анализирует, воспевает, удивляется, преклоняется перед гением творца не только новой физики и новой общей физической картины мира, но первой реальной картины мира, ибо в дальнейшем развитие естествознания не отменило, а лишь расширило ее.

В истории науки нечасто слава и почести приходят к ученому в такой полной мере во-время. Авторитет Ньютона при жизни был огромен и с годами лишь воз-

растал. В математике сложилась школа Ньютона. В физике — механике, оптике и других ее разделах,— наконец, в самом стиле научного мышления и исследования природы более столетия господствовало направление, известное под именем ньютоновского. Его называют также индуктивным или эмпирически-математическим, поскольку в основе ньютоновского метода лежит экспериментальное установление точных количественных закономерных связей между явлениями и вывод из них общих законов методом индукции, т. е. переходом от приближенных выводов из конечного числа конкретных наблюдений к предельным, абстрагированным от частностей, точным общим законам. Ньютон своими научными трудами доказал огромную эвристическую силу этого метода. Вразрез с многовековыми традициями в науке и, казалось бы, с основной целью ученого, он часто отказывался от поисков «конечных причин» явлений и законов, сознательно ограничиваясь точным изучением их проявлений.

В этом Ньютон сходен с Птолемеем. Обобщая накопившиеся за много веков наблюдательные факты и соотношения в кинематике небесных явлений, Птолемей, не вдаваясь в их суть, с помощью геометрического аппарата упорядочил их в своей гениальной кинематико-математической количественной теории движения небесных тел, превратив разрозненные факты в хорошо работающий инструмент исследования, предсказания явлений.

На новом этапе развития знаний Ньютон обобщил в своей универсальной (но также феноменологической!) теории тяготения новые астрономические, физические, геофизические факты: открытые Кеплером на базе гелиоцентрической теории Коперника кинематические законы планетных движений и первые обмеры Земли (градусные измерения); выявленные Галилеем первые реальные закономерности движения тел под воздействием сил (динамика) и теорию центростремительной силы, возникающей при круговом движении.

Но для математического описания, сведе́ния в единую систему всех этих движений и взаимодействий тел самого разного рода, качеств, масштабов уже недостаточно было старого геометрического аппарата. И Ньютон создал новый математический метод, завершив и здесь многовековые искания ученых и соединив число и движе-

ние. Свой метод расчета механических движений путем рассмотрения бесконечно малых приращений величин — характеристик исследуемых движений он назвал «методом флюксий» (закончен к 1671 г., полностью опубликован в 1736 г.). Вместе с одновременным изобретением Лейбница он дал начало современным дифференциальному и интегральному исчислениям.

Древняя идея взаимного стремления, тяготения друг к другу, даже «любви» между телами в руках Ньютона освободилась и от антропоморфности, и от мистической характеристики как принципиально непознаваемого «скрытого качества», и превратилась в эмпирический постулат о существовании взаимного тяготения между любыми материальными частицами, независимо от их конкретных качеств и состава. Многочисленные догадки об уменьшении этого взаимодействия пропорционально квадрату расстояния между телами оформились в точный универсальный закон действия центральных сил лишь после того как Ньютон показал неразрывную связь, взаимообусловленность законов Кеплера и квадратичного закона действия центральных сил. Законы движения планет перестали быть эмпирическими правилами. Эта роль была передана более глубокому уровню свойств материи как эмпирическое правило всемирного тяготения. Следствием чего является оно само? Причину и природу тяготения Ньютон (как в свое время и Птолемей — истинное расположение и движение планет) не считал возможным обсуждать за неимением достаточного количества точных фактов. Ньютон оставил для науки будущего и вопрос о мгновенности или длительности передачи действия тяготения от тела к телу, но не допускал действия через абсолютную пустоту, считая необходимым существование некоего «агента» — переносчика силы тяготения.

В наше время идея гравитационных волн, возникшая в общей теории относительности, намечает здесь направление дальнейшего углубления в лабораторию природы.

С именем Ньютона связано и окончательное установление и формулировка основных законов динамики: закона инерции; пропорциональности изменения количества движения движущей силе; равенства по величине и противоположности по направлению сил при центральном характере взаимодействия двух тел.

Подход Ньютона к изучению явлений природы оказался исключительно плодотворным. Его теория тяготения была уже не общим учением, а точным (и более чем на два века единственным) рабочим инструментом исследования окружающего мира. Дальнейшее развитие естествознания лишь ограничило область точного применения этой теории. На ее основе Ньютон уточнил сами законы Кеплера и сделал вывод о неизбежности небольших отклонений от них (неравенств) под влиянием взаимных воздействий друг на друга (возмущений) планет и спутников. В движении Луны он открыл новые неравенства: вариацию, обратное движение узлов, годичное и параллактическое неравенства и др. Разрозненные и загадочные прежде явления на Земле и на небе — приливы и отливы, сжатие планет (уже обнаруженное тогда у Юпитера), прецессия — нашли четкое объяснение в теории всемирного тяготения. (Ньютон вычислил и весьма точно величину прецессии — 50″ в год, выделив в ней солнечную и лунную составляющие.) Новыми, подтвердившимися лишь после смерти Ньютона, были его выводы о сплюснутой у полюсов форме Земли, о единстве законов движения комет и планет. Ньютон дал способ вычисления истинной орбиты кометы по ее наблюдениям, позволивший Галлею открыть знаменитую первую периодическую комету, названную его именем. Действие закона всемирного тяготения с развитием наблюдательной техники было подтверждено в масштабах всей наблюдаемой Вселенной, хотя с ростом масштабов сам закон принимает уже обобщенную форму в соответствии с более общей, релятивистской теорией тяготения Эйнштейна (общей теорией относительности).

Другая часть необъятного научного наследия Ньютона стала фундаментом создания физической оптики и дальнейшего развития наблюдательной астрономии. Ньютон был тонким экспериментатором-универсалом: и металлургом, и химиком, но прежде всего оптиком. Он собрал уникальную для своего времени оптическую лабораторию. Ньютон-оптик, виртуозный шлифовальщик линзовых стеклянных объективов, работал в тесной «обратной связи» с Ньютоном-физиком. Упорные двухлетние поиски анаберрационной несферической формы объектива и изучение преломления света привели его к открытию в 1666 г. спектрального разложения белого света

и к первым исследованиям преломления монохроматических лучей. Последнее позволило Ньютону объяснить хроматическую аберрацию линзовых объективов. Сделав вывод о принципиальной неустранимости этого дефекта рефракторов, он в поисках ахроматического объектива изобрел в 1668 г. рефлектор. И хотя Ньютон не был автором идеи (ее высказывали уже в 1616 и в 1663 гг.), он и здесь впервые довел ее до окончательного оформления — построил в 1671 г. первый в мире рефлектор, своей оригинальной системы. Этот маленький (15-сантиметровый с объективом в 2,5 *см*) прародитель будущих могучих орудий зондирования глубин звездной, а затем и внегалактической Вселенной принес Ньютону признание в ученых кругах — избрание в члены Лондонского Королевского общества. В оценке его теоретического основополагающего труда — «Математические принципы натуральной философии» (1687 г.) Английская академия не проявила такой проницательности, и без участия Э. Галлея он вряд ли бы увидел свет. В 1672 г. Ньютон доложил Лондонскому Королевскому обществу свою корпускулярную концепцию света. Итоговое сочинение «Оптика» он опубликовал в 1704 г.

Вскрыв существенные законы движения и взаимодействия тел в мироздании, Ньютон не мог не задуматься над причиной возникновения порядка во Вселенной, подразумевая Солнечную систему, поскольку другие звезды он считал такими же центрами планетных систем. Однако в области космогонии Ньютону, с одной стороны, не хватало фактов, а с другой,— склонности к умозрению. «Я не измышляю гипотез,— было сказано им в «Принципах» в связи с проблемой причины тяготения. И хотя не раз обращалось внимание на то, что Ньютон все-таки высказывал гипотезы (особенно в оптике), они всегда были крепко привязаны к фактам. Измышлять гипотезы, т. е. лететь на крыльях фантазии, оттолкнувшись от ничтожного количества фактов, Ньютон не только не хотел, но, по-видимому, и не мог, не умел. Таков был склад его ума — гениальный систематизатор, синтезатор, строитель науки, но не генератор идей. В космогонии бросающуюся в глаза упорядоченность Солнечной системы Ньютон справедливо не мыслит возникшей из неупорядоченных механических движений в слепой, лишенной разума природе. Он проявляет при этом скорее глубину мысли, чем огра-

ниченность, утверждая, что механические причины одни не могут создать все природное разнообразие следствий. В его время оставалось прибегнуть к вездесущему богу, вмешательством которого Ньютон и объясняет возникновение и поддержание космического порядка (Ньютон не мог еще сделать вывода об устойчивости Солнечной системы против возмущений внутри нее). Однако бог в понимании Ньютона не есть какое-либо верховное существо, а природа, наделенная «разумом», «волей» действовать в том или ином направлении, вечная и бесконечная. Все это напоминает природу, подчиняющуюся законам направленного действия (например, типа термодинамических).

С течением времени ньютоновская феноменологическая физическая картина мира была в немалой степени искажена именно ее апологетами. Как в свое время эпигоны Птолемея вульгаризировали его математическую модель мира и эмпирический геоцентрический постулат, возведя его в незыблемый принцип, так и ньютоновская картина была огрублена утверждением полной пустоты мирового пространства (тогда как Ньютон утверждал лишь крайнюю разреженность материи в нем, не создающей заметного сопротивления движению планет). Точно так же далек был от истинных представлений Ньютона и провозглашенный «ньютонианцами» принцип дальнодействия — мгновенной передачи через абсолютную пустоту действия тяготения. И только обращаясь к оригинальным трудам Ньютона, можно увидеть с позиций развивающегося естествознания силу, точность, ответственность его выводов, размышлений, предположений, отличающие истинно глубокий гениальный ум.

В связи с появлением и огромной ролью в естествознании такого гения как Ньютон, в то время как целая плеяда блестящих умов — его непосредственных предшественников и современников (от Декарта до Гука) оказалась не в состоянии осуществить великий синтез, возникает мысль, что в науке закономерно сменяют друг друга периоды преимущественного накопления фактов и идей и периоды систематизации и синтеза их, претворения в работающую систему, орудие раскрытия новых фактов и, кстати, проверки и отрицания или утверждения развитых прежде умозрительных широких концепций. Генерирование же новых идей по фундаментальным

проблемам даже сознательно (Птолемей, Ньютон) ограничивается в это время. В свете этих рассуждений Ньютон был ярчайшим представителем такого второго, обобщающего этапа развития естествознания.

* * *

Эрнст Флоренс Фридрих Хладни родился 30 ноября 1756 г. в г. Виттенберге в Саксонии (Германия). Его предки — протестанты — в XVII в. переселились в Германию из Венгрии, спасаясь от религиозных притеснений. По настоянию отца Хладни изучал право в Виттенбергском, а затем в Лейпцигском университетах и получил степень доктора философии и права, но после смерти отца целиком предался изучению естественных наук и музыке. Отказавшись от какой-либо официальной службы (хотя из-за этого он не имел всю жизнь твердого материального дохода), Хладни осуществил и свое давнее стремление к путешествиям.

В истории науки Хладни известен прежде всего как выдающийся исследователь-экспериментатор в области акустики и изобретатель оригинальных музыкальных инструментов. Однако он сыграл решающую роль и в другой области естествознания,— и даже шире,— в формировании новой современной астрономической картины мира. Значение этого вклада оценили сначала только немногие крупные ученые. Речь идет об установлении единой, притом космической основы явлений болидов, падающих звезд (метеоров) и метеоритов.

На эти исследования Хладни вдохновили в начале 90-х гг. два обстоятельства. На него произвело сильное впечатление сообщение о загадочной находке Палласа — открытой в 1771 г. в Сибири и доставленной к 1777 г. в Петербург огромной, более 40 пудов весом (более 650 *кг*) глыбе в виде губки из чистейшего ковкого железа, заполненной прозрачным желтоватым минералом. Паллас в своем описании сибирского путешествия по Российской империи вскользь упомянул о «татарской» легенде, говорившей, что масса, найденная им, упала некогда с неба. Однако в конце XVIII в. палласова железная глыба взбудоражила ученый мир по иной причине: она вновь остро поставила вопрос о существовании на Земле самородного железа и как будто решала его положительно, так как в районе находки не было ни вулка-

нов, ни остатков старых железоделательных горнов, откуда эта глыба могла бы появиться. В то же время ряд обстоятельств находки, необычное сочетание свойств палласовой массы — смешение несовместимых в земной металлургии признаков (с одной стороны, необычайно высокая чистота железа, а с другой, его удивительная ковкость, равно как и чистота минеральных включений),—



Эрнст Флоренс Фридрих Хладни (1756—1827).

все это не позволяло считать происхождение ее полностью раскрытым и привлекало к ней внимание, главным образом, минералогов и химиков. К 90-м гг. во всех минералогических словарях новая находка была включена в раздел «самородного железа» (по идее Палласа). И никому за все эти годы не пришло в голову, что среди земных минералов обосновался... космический пришелец, и быть может, один из самых загадочных: космос показал здесь и свое глубокое родство с Землей, и свое резкое отличие, подобно марсианам в «Марсианских хрониках»

Р. Брэдбери. Татарскую легенду ученые не приняли всерьез, и она не привлекла ничьего внимания.

Непосредственным стимулом, заставившим Хладни пуститься в исследование этого белого пятна, причем в области, казалось бы, далекой от его интересов, послужили беседы с гениальным мыслителем и естествоиспытателем-энциклопедистом Г. К. Лихтенбергом во время посещения Хладни Гёттингена в 1792 г. (о чем Хладни подробно рассказывает в своем главном труде об огненных метеорах 1819 г.).

Они обсуждали, в частности, и одну из наиболее туманных тогда проблем — о природе «файеркугельн» — огненных шаров, или болидов, которые порой внезапно пролетают по небу, оставляя длинный дымный хвост, разбрасывая искры и обычно взрываясь с грохотом в конце пути, прежде чем погаснуть.

В известном естественнонаучном словаре того времени (Вальмон де Бомарэ, 1780—81 г.) болиды, как и падающие звезды, вместе с молнией (обычной и шаровой), блуждающими огоньками, огнями св. Эльма, полярными сияниями и т. п. объединялись в один класс «огненных метеоров», т. е. чисто атмосферных явлений, связанных с возгоранием или электрическим свечением частиц, находящихся в атмосфере, либо поднятых с земли. Другие два больших класса атмосферных явлений составляли «водные метеоры» — снег, град, дождь, иней, изморось, роса,— и «воздушные метеоры» — различные ветры вплоть до бурь и тайфунов. (Отсюда произошло название науки об атмосферных явлениях — метеорология.) Лишь отдельные астрономы высказывали догадки о космической природе болидов, выделяя их из других свечений в атмосфере. Трудность заключалась в их действительной сложности. В известном смысле болид и в самом деле — атмосферное явление, возникающее лишь в результате быстрого движения некоего тела сквозь атмосферу и нагревания его от трения об атмосферу. Поэтому полное отделение явления болида от действия земной атмосферы и, например, сравнение его с кометами, как это делали астрономы Н. Маскелайн, Э. Галлей, Я. Гевелий, также было ошибочно и уводило в сторону от пути раскрытия механизма свечения болида. (Сама комета может вызвать явление грандиозного болида, но лишь ворвавшись в земную атмосферу, как это, видимо, произошло в случае «Тунгусского явления».)

Вторая трудность объяснения болида была в наличии известных атмосферных явлений, маскирующих его внешним сходством с ним (в особенности молнии). Так, Лихтенберг вместе с некоторыми другими физиками допускал сначала, что явление огненных шаров могло быть эффектом атмосферного электричества.

В последней четверти XVIII в. не меньшей загадкой оставалось и случавшееся иногда выпадение откуда-то сверху, «с неба», твердых и обычно горячих каменных и железных масс, причем порою это происходило вслед за угасанием болида. Определить истинную природу этих масс было еще труднее, так как на первый взгляд это явление легко можно было объяснить земными причинами — далеким ураганом или извержением вулкана, или сгущением частиц, рассеянных в самой атмосфере (если проводить аналогию с градом).

Правда, идея космического, небесного происхождения «аэролитов» («воздушных камней») была столь же древней (и столь же мало обоснованной), как и предположение об их земном или атмосферном происхождении. Но поскольку церковь и простое суеверие не преминули истолковать эти явления в религиозном и мистическом смысле, то для естествоиспытателей XVIII в. сама их реальность представлялась по меньшей мере сомнительной. В это время утверждалась научная, основанная на естественных закономерностях ньютоновская картина мира, согласно которой все движения и местоположения тел в космосе строго упорядочены законом всемирного тяготения. К тому же между известными небесными телами не предполагалось ничего кроме пустого мирового пространства, пронизанного лишь невесомым эфиром — носителем света. Поэтому падение твердых и порою огромных масс с неба казалось противным логике и разуму. Таким образом, ко времени, когда эта проблема привлекла внимание Хладни, болиды («огненные шары») и «аэролиты» не только были отнесены к далеким друг от друга областям земных или атмосферных явлений, но даже доверие к реальности последних было по многим веским причинам подорвано.

Хладни первый обратил внимание Лихтенберга на несовместимость — при электрическом объяснении болида — главных особенностей явления. Их компактная форма, явное горение с испусканием света и бурное разрушение противоречили огромной высоте их возгорания

(причем обычно при ясном небе). В крайне разреженных слоях атмосферы электрическое свечение воздуха скорее напоминало бы северное сияние. Из этих соображений Хладни Лихтенберг в свою очередь не замедлил сделать гениальный по глубине и логической четкости вывод, и своей идеей поделился с Хладни: все перечисленные качества болида связаны не с атмосферой, а с самим «огненным метеором» и, следовательно, он вызывается не теллурическими (земными), а космическими причинами — чем-то неизвестным, попадающим в земную атмосферу извне. Лихтенберг даже припомнил в связи с этим правильную догадку Сенеки о космической природе комет, в древности также считавшихся атмосферными явлениями.

Идея эта поразила Хладни. С присущими ему энтузиазмом, трудолюбием и систематичностью он тут же в Гёттингене, а затем во время других почти непрерывных своих разъездов по Европе разыскал и собрал многочисленные печатные, летописные и устные сведения о загадочных «огненных шарах». Он обнаружил, что сообщения об этих явлениях нередко сопровождались сообщениями о выпадении после их угасания аэролитов. Разделенные веками записи поражали своим сходством. Идея единства причины обоих явлений четко выступила перед Хладни как результат анализа большого исторического материала. В решении Хладни последнего вопроса — о конкретном источнике в космосе болидов и аэролитов проявилось также влияние получивших широкую известность наблюдений и космогонических концепций В. Гершеля.

В 1794 г. Хладни опубликовал в Риге и Лейпциге небольшую (63 страницы) книжку «О происхождении найденной Палласом и других подобных ей железных масс и о некоторых связанных с этим явлениях природы». Он сделал в этой работе три смелых вывода: о реальности факта выпадения каменных и железных масс с неба; о единстве причины болидов, падающих звезд и аэролитов; наконец, о том, что источник этих явлений внеземной — космические тела, которые в своем движении случайно оказываются на пути Земли.

Эти утверждения сами по себе были подобны взрыву болида — многие ученые, особенно представители земных наук — химики и физики, среди них и Лихтенберг, сначала были шокированы работой Хладни. Между тем

внимательное чтение этой работы не только убеждает в добросовестности, объективности, тщательности анализа собранного материала, но и поражает глубиной и остроумием размышлений автора об этом чрезвычайно запутанном предмете. В течение всей последующей жизни Хладни продолжал разрабатывать эту новую богатейшую «жилу», открывшуюся на стыке астрономии, физики, химии и минералогии. В 1803—1826 гг. он опубликовал более двух десятков работ, в том числе несколько каталогов сведений о падениях каменных и железных масс. Первая большая коллекция (42 названия) метеоритов была собрана Хладни. В ее описании (1825 г.) он наметил и первую их классификацию. (В 1809, 1819 и 1825 гг. каталоги и описание коллекции Хладни были опубликованы также в Петербурге на русском и немецком языках.) Хладни установил независимость обсуждаемых явлений от чисто земных обстоятельств — времени суток и года, от географического места, от погоды, рассмотрел некоторые особенности движения болидов и т. д. В 1819 г. вышла его большая итоговая работа «Об огненных метеорах и выпавших с ними массах», а в 1821—1824 гг. четыре дополнения к ней.

Хотя после выпадения каменного дождя в местечке Эгль (Франция) в 1803 г. реальность аэролитов считалась доказанной, источник их долго оставался предметом острых споров. В статьях 1803, 1805, 1818 гг. Хладни развил свою концепцию космического происхождения метеоритов как остаточного строительного материала солнечных систем, сохранившегося в межзвездном пространстве. (Эта идея обсуждалась еще в начале 40-х гг. нашего века, например, В. И. Вернадским.) По современным представлениям, источником метеоритов разных типов являются астероиды и кометы.

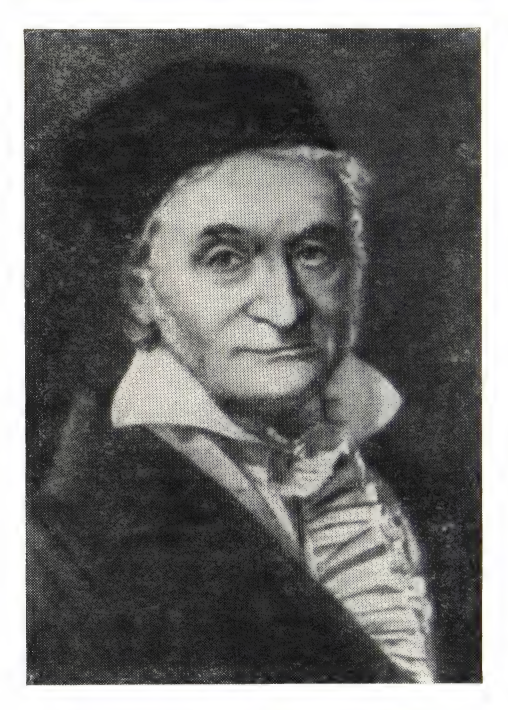
Научные заслуги Хладни были высоко оценены. Он был членом многих научных обществ, в том числе с 1794 г. иностранным корреспондентом Петербургской Академии наук.

Умер Хладни во время своей очередной поездки 3 апреля 1827 г. в Бреславле (ныне г. Вроцлав, Польша).

* * *

Карл Фридрих Гаусс родился 30 апреля 1777 г. в Брауншвейге и был сыном водопроводчика. Выдающиеся математические способности обнаружились у него

в раннем детстве. В 10 лет он начал самостоятельно изучать высшую математику, в пятнадцать — изучил труды Лагранжа, Эйлера и Ньютона. Окончив Гёттингенский университет, куда он поступил в 1795 г., К. Ф. Гаусс с 1807 г. почти безвыездно жил в Гёттингене, занимая должность директора небольшой университетской обсерватории. Его поразительная одаренность относилась ко



Карл Фридрих Гаусс (1777—1855).

многим областям естествознания. С именем Гаусса связано развитие фундаментальных разделов современной математики, математического анализа, а также зарождение новой, по его выражению «антиевклидовой» геометрии. Математику Гаусс называл царицей наук, но подобно другим гениальным математикам и естествоиспытателям — Ньютону, Ламберту, Лапласу, он видел в ней прежде всего средство изучения закономерностей природы. Гауссу принадлежат выдающиеся достижения в

астрономии и геодезии, теоретической механике, теории земного магнетизма, кристаллографии, оптике. Кроме того, Гаусс читал на всех, а говорил и писал почти на всех европейских языках, в том числе на русском, которым овладел в возрасте 62 лет. В это же время он начал изучать санскрит. С юных лет он знал древние языки. Обширными были его литературные познания.

Астрономические работы К. Ф. Гаусса относятся к 1800—1820 гг. Его исследования охватывали все космические объекты и почти все проблемы астрономии: зодиакальный свет и падающие звезды (метеоры), затмения Солнца и Луны, движение комет, переменные звезды, только что открытые в то время физически двойные звезды, загадочные тогда туманные пятна. Он занимался также древней проблемой летосчисления и граничившей с фантастикой еще совершенно не исследованной проблемой органической жизни на небесных телах, в связи с чем его чрезвычайно интересовали свойства поверхностей планет и Солнца. Однако среди астрономических достижений Гаусса четко выделяется его основная заслуга — открытие нового, несравненно более простого способа вычисления орбиты всего по трем наблюдениям небесного тела. Этот способ 24-летний Гаусс придумал в связи с безуспешными поисками нового небесного тела, открытого 1 января 1801 г. итальянским астрономом Д. Пиацци, который принял его за комету и успел проследить его путь всего на протяжении 9°. Затем это слабое светило 8-й звездной величины скрылось в лучах Солнца и его потеряли, поскольку вычислить орбиту из-за малочисленности (19) наблюдений не удалось. Проделав огромную вычислительную работу своим способом, Гаусс показал, что новое небесное тело не комета, а планета с эллиптической орбитой, расположенной между Юпитером и Марсом. Он же вычислил для новой планеты, названной Пиацци Церерой, таблицы эфемерид (видимых положений на небе на каждый день) до конца 1801 г. На указанном Гауссом месте планета была вновь обнаружена в декабре 1801 г. немецким астрономом Ф. фон Цахом, а 1 января 1802 г. — Г. В. Ольберсом. С открытия этой второй за всю известную историю астрономии новой планеты начался счет совершенно неизвестным ранее членам Солнечной системы — «малым планетам», или астероидам (термин

В. Гершеля), которые, как выяснилось, составляют огромный пояс между орбитами Марса и Юпитера. Эта работа принесла Гауссу широкую известность среди астрономов. После открытия 28 марта 1802 г. Ольберсом второго астероида, Паллады, Гаусс незамедлительно вычислил и ее орбиту. В 1812 г. он всего за три месяца с небольшим в значительной степени разрешил сложную задачу вычисления возмущений орбиты Паллады, находящейся под сильным влиянием гиганта Юпитера.

Второй большой заслугой Гаусса перед астрономией было окончательное установление того факта, что кометы подчиняются в своем движении единым с планетами постоянным законам. Результаты своих небесно-механических исследований Гаусс опубликовал в сочинении «Теория движения небесных тел, образующихся вокруг Солнца по коническим сечениям» (1809 г.), где изложил более простые и надежные методы вычисления планетных и кометных орбит. В последующие годы (до 1830 г., когда он занялся главным образом физическими исследованиями) Гаусс исследовал возмущения в движении малых планет, чему посвятил свой большой труд «Записки» (1811—1818 гг.), изданный частями Гёттингенским научным обществом.

Перед астрономией и естествознанием в целом у Гаусса есть и еще одна существенная заслуга. Он является изобретателем нового математического метода обработки наблюдений — метода наименьших квадратов. Гаусс открыл его эмпирически в 1794—1795 гг., а впервые опубликовал в 1809 г. и более детально в 1821—1826 гг. Независимо от Гаусса этот же метод был открыт в 1803 г. А. М. Лежандром.

Астрономические достижения Гаусса были отмечены присуждением ему медалей Лондонского Королевского общества и Парижской Академии наук, почетных дипломов от различных иностранных академий и ученых обществ. С 1801 г. Гаусс был корреспондентом, с 1824 г. иностранным действительным членом Петербургской Академии наук. Как ни странно, на родине гениальный ученый не был избран в академию наук. Впрочем, сам Гаусс, человек весьма скромный, был совершенно равнодушен к славе и почестям и даже к своевременной публикации своих работ.

К. Ф. Гаусс умер 23 февраля 1855 г.

* * *

Эрве Огюст Этьенн Альбан Фай родился 5 октября 1814 г. в Сен-Бенуа-дю-Со в департаменте Эндр (Франция). В 1836 г. он окончил знаменитую парижскую Политехническую школу — высшее научно-техническое заведение Франции и благодаря протекции Ф. Д. Араго начал работать в Парижской астрономической обсерватории. Он был профессором геодезии (1848—1854 гг.) и астрономии (с 1873 г.) в Политехнической школе, профессором астрономии в г. Нансей и ректором местной академии (университета). В 1886 г. его назначили президентом известного астрономо-геодезического учреждения Франции Бюро Долгот, с 1891 г. он возглавлял постоянную Международную комиссию по измерению Земли. Фай занимал пост министра просвещения (1878 г.), инспектора высшего образования (1879—1888 гг.). С 1847 г. Э. Фай был членом Парижской Академии наук.



Эрве Огюст Этьенн Альбан Фай (1814—1902).

Деятельность Фая в астрономии отразила интересный поворотный этап в развитии этой древней науки в направлении ее объединения с физикой. Небесный механик по образованию, Фай занимался вычислением орбит комет, в том числе открытой им в 1843 г. короткопериодической (с периодом в 7 лет) кометы, носящей его имя. Он совершенствовал астрономические инструменты, одним из первых применил фотографию при наблюдении звезд. Однако интересы ученого были много шире. В последней четверти XIX в. внимание астрономов, в том числе и Фая, все более привлекали проблемы внутреннего строения, эволюции и происхождения небесных объектов. Новые успехи механики, термодинамики и открытия в самой астрономии требовали пересмотра общепринятой старой космогонической концепции Канта — Лапласа. Работа в области геодезии и

геофизики, наблюдения многих явлений в атмосфере убедили Фая в существенной роли в природе вихревых движений как универсальных, легко возникающих и наиболее устойчивых. Фай построил, в частности, теорию образования солнечных пятен как вихрей в солнечной атмосфере.

Возродив декартовскую идею космических вихрей, но в применении не к современному, а лишь к прошлому состоянию Вселенной, Фай развил в 80-е годы XIX в. свою космогоническую гипотезу происхождения Солнечной системы и звезд, особое внимание уделив двойным звездам. Начальное состояние материи нынешней Вселенной, по гипотезе Фая,— хаотически рассеянные в пространстве частицы типа метеоритной пыли, однако, в отличие от сходных предположений Канта, наделенные не только взаимным тяготением, но и беспорядочными по направлениям и скоростям движениями. Последнее и порождает местные завихрения, причем различных направлений, так что суммарный момент количества движения всей рассматриваемой материи остается равным нулю (этим была устранена основная механическая ошибка Канта — допущение возникновения момента количества движения). Поскольку бо́льшая часть вещества при этом втягивается в центр вихря, то все пространство подразделяется на «вихревые клетки», одна из которых и стала протосолнечной системой. Метеоритный (не газовый, молекулярный) характер частиц обеспечивал возможность неупругих столкновений, что в свою очередь делало реальным торможение, слипание, разогрев частиц. Для формирования планет и их спутников Фай предположил возникновение в спиралевидных ветвях вихрей, которые, как он думал, постепенно превращаются в оторвавшиеся от центра кольца, вторичных завихриваний и т. д. Между тем часть материи втягивается в центр основного вихря и образует центральное сгущение, которое от сжатия разогревается, превращаясь в звезду — Солнце. Солнце образуется значительно позднее планет, особенно внутренних, наиболее старых, по гипотезе Фая. Зная лишь один источник звездной энергии — сжатие, которое обеспечивало излучение звезды не более чем на десятки миллионов лет, Фай пытался согласовать это с геологическими и палеонтологическими данными о том, что возраст Земли не менее миллиарда лет. Гипотеза Фая впервые смогла объяснить некоторые детали Сол-

нечной системы — распределение эксцентриситетов планетных орбит, образование комет как членов Солнечной системы (у Лапласа они считались чуждыми «пришельцами»), обратное вращение Урана и некоторых спутников внешних планет.

Свою вихревую гипотезу Фай применил и к образованию двойных звезд — из различных ядер сгущения одной и той же туманности. Более того, он рассмотрел общую концепцию развития первоначальной хаотической материи и пришел к выводу, что в различных случаях можно ожидать разных результатов — образования одиночной звезды без спутников, звезды, окруженной бесчисленными малыми телами типа астероидов и комет, двойной звезды или же, наконец, звезды с набором спутников планетарных размеров, составляющих чрезвычайно плоскую систему.

Интенсивное развитие наблюдательной астрономии, физики и рождение астрофизики показали к концу XIX в. неудовлетворительность гипотезы Фая в целом, как и других многочисленных гипотез, выдвигавшихся в это время. Но некоторые идеи Фая удержались в науке. Особенно плодотворной оказалась его идея местных завихриваний, которая нашла выражение в более поздних звездно-космогонических гипотезах (например, в гипотезе Вайцзеккера) и продолжает привлекать внимание космогонистов наших дней при рассмотрении проблем происхождения галактик и Метагалактики в целом.

Гипотеза Фая занимает XIII и XIV главы его большого сочинения «Происхождение мира. Космогонические теории древние и современные, критика гипотезы Лапласа и собственная теория автора» (1884 г.). Оно имело очень большой успех и выдержало четыре издания до 1907 г. (в 1892 г. полностью, в 1923 г. XIII и XIV главы изданы в русском переводе). Непреходящей ценностью книги Фая является то, что она содержит большой, в том числе цитируемый материал по истории космогонии. Наконец, в последней, XV главе своего сочинения Фай один из первых серьезно рассмотрел проблему жизни во Вселенной после почти полуторавековых чисто философских, но далеких от точной науки разговоров на эту тему и «заселения» живыми разумными существами едва ли не всех тел Вселенной, от комет до звезд. Считая жизнь, в том числе высшую, разумную, закономер-

ным, но исключительно редким явлением во Вселенной, Фай, быть может, первым наметил пути исследования этой проблемы. Он считал бесполезным попытки обнаружить с помощью телескопов наличие живых существ на других телах (космические полеты в это время лишь начали входить в область научной фантастики под пером Жюля Верна). Фай призывал исследовать прежде всего условия жизни во Вселенной, т. е. выявить те физические, химические и т. д. свойства небесных тел, которые необходимы для возникновения жизни на них, и с этой точки зрения обследовать небесные тела. Фай считал несерьезным, эвристически бесплодным простое провозглашение бесконечного разнообразия форм жизни, приспособляемость ее к любым условиям (из-за чего, например, допускали жизнь на звездах). Опираясь на единство коренных законов неживой природы, он полагал, что естественно ожидать существования неких общих законов и для живой природы и, следовательно, единства или сходства условий, в которых может возникнуть жизнь. Среди этих условий Фай указывал постоянство температуры в некотором диапазоне умеренных значений, а следовательно, близкую к круговой форму орбиты тела, наличие умеренного наклона оси его вращения, ограниченный диапазон расстояний от центральной звезды. На самом небесном теле — наличие атмосферы, твердой коры, насыщенной достаточно сложным набором химических элементов, наличие воды, равно как и достаточной силы тяжести, а следовательно, и достаточных массы и размеров тела. Это сразу исключало из проблемы обе крайние формы тел — кометы и астероиды, с одной стороны, и звезды,— с другой. Таким образом, исключались все случаи, когда в результате сгущения диффузной материи возникали одиночная или двойная звезда, а также звезда с многочисленными спутниками типа комет и астероидов. Пригодными для жизни оказывались лишь тела планетарной природы с параметрами, близкими к параметрам их в Солнечной, т. е. чрезвычайно редкой системе. Фай выступил также противником идеи панспермии — переноса живых зародышей с одних небесных тел на другие, считая, что живая материя не может выдержать ни космического холода в течение длительного времени, ни высокой температуры при движении сквозь земную атмосферу, например, аэролитов, которым пытались приписывать роль космических

переносчиков жизни. В связи с этим он делал пессимистический вывод о том, что с охлаждением Солнца гибель земной цивилизации неизбежна.

Следует добавить, что весьма интересная личность Э. Фая в истории науки оказалась забытой. Его имя не упоминается в распространенных книгах по истории астрономии — А. Берри, А. Кларк, А. Паннекука (вопреки ссылке указателя), быть может, из-за религиозных убеждений ученого-католика. Однако эти убеждения не помешали ему, как это часто бывает с естествоиспытателями, при обсуждении конкретных научных проблем забыть о религии и проявить глубоко научный, трезвый взгляд на вещи, о чем говорит, например, подход Э. Фая к проблеме жизни во Вселенной.

Умер Э. Фай 4 июля 1902 г. в Париже.

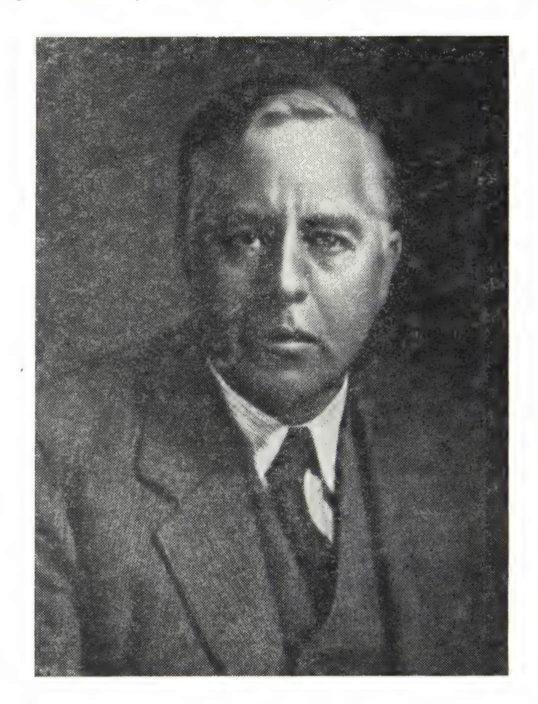
* * *

Джемс Хопвуд Джинс родился 11 сентября 1877 г. в Лондоне и получил блестящее математическое и физическое образование в Кембриджском университете. В его деятельности впервые ярко проявилась назревшая необходимость и эффективность включения физика-теоретика, каким был Джинс по образованию, в сферу космических исследований. Значение и цель этого характерного для XX в. процесса образно и точно определил сам Джинс: «Подобно бактериям в дождевой капле, взирающим на Ниагару,— писал он в своей знаменитой популярной книге «Вселенная вокруг нас» (1929 г.) *) — мы видим, что наша физика и химия — только окраина обширной науки; за побережьем, исследованным в наших лабораториях, лежит океан, существование которого мы только начинаем подозревать». В физике Джинс известен как автор блестящих иследований по динамической теории газов (1904 г.), математической теории электричества и магнетизма (1908 г.), по теории излучения. Открытый им и независимо Д. У. Рэлеем один из основных законов классической теории излучения («закон Рэлея—Джинса») помог М. Планку построить новую, квантовую теорию излучения, что в свою очередь стало началом развития новой обширной области

*) В русском переводе вышла в 1932 г.

физики — теории квантов. В астрономии с именем Д. Х. Джинса, как и с именем Г. Н. Рессела и А. С. Эддингтона, связано начало исследований сложнейшей астрофизической проблемы внутреннего строения, источников энергии и происхождения звезд.

В астрофизике в свое время получили широкое распространение различные теории Джинса в этой об-



Джемс Хопвуд Джинс (1877—1946).

ласти, особенно в области эволюции и происхождения звезд. Такими были теория происхождения звезд из спиральных туманностей, которые тогда рассматривались Джинсом как сгущающиеся и вращающиеся массы диффузной материи; теория происхождения двойных звезд в результате разрыва одинарных вращающихся и потому потерявших устойчивость звезд. При этом Джинс, считая газовые сферы звездных масштабов с внутренними источниками энергии неустойчивыми, допускал, что вещество звезд подобно тяжелой несжимаемой жидкости.

Теории эти были оставлены еще при жизни ученого. Но общая развитая им теория фигур равновесия вращающейся тяжелой несжимаемой жидкости оказалась чрезвычайно эффективным инструментом исследования космических объектов. Идеи Джинса нередко были очень остроумны, поражая простотой. Так, в 1917 г. он обратил внимание на то, что при звездных температурах и, следовательно, огромных скоростях частиц вещество в недрах звезд должно быть постоянно полностью ионизованным и потому совершенно однородным, близким к состоянию идеального «электронно-ядерного» газа. При вполне естественном допущении, что ни один химический элемент в нем не преобладает, можно было определить и средний атомный вес вещества внутри звезды, равный двум, если только... звезда не состоит в основном из наиболее легкого элемента — водорода. Но как раз этот крайний случай и оказался реальностью. Однако идея Джинса не потеряла своего значения и в наши дни нашла выражение в представлении о звездной плазме. В начальный же период развития астрофизики эта идея Джинса стала мощным стимулом исследования звездных недр и атмосфер. Она позволила Ресселу открыть новые способы определения параметров звезд и их расстояний, а Эддингтону — построить первую теоретическую модель внутреннего строения звезды.

Наконец, в самой сложной и до сих пор до конца не решенной проблеме источников звездной энергии с именем Джинса связана гениальная идея, высказанная им раньше всех в 1904 г.,— о внутриатомной природе этих источников. Правда, Джинс, а за ним Эддингтон и Рессел, имели в виду аннигиляцию пàры частиц материи — электрона и протона и выделение при этом некой «материальной энергии» (так Джинс пытался объяснить явление радиоактивности, которой, по его мнению, должны обладать все атомы). В дальнейшем идея внутриатомных источников звездной энергии получила иное развитие — в наше время утвердилось представление, что энергия внутри звезды выделяется при ядерных реакциях превращения элементов (в основном водорода в гелий). Но даже после появления в первой четверти XX в. этой идеи ядерных реакций внутри звезды гипотеза Джинса долгое время казалась более приемлемой, так как для превращения, например, водорода в гелий, требовалось осуществление маловероятного процесса встречи и

столкновения шести частиц — четырех протонов и двух электронов.

Таким образом, Джинс, оказавшись на обширном поле астрофизических проблем вооруженным глубокими знаниями физика-теоретика, дважды выводил начинающую науку из теоретических тупиков своими направляющими идеями — о состоянии материи в звездных недрах, о природе источников загадочной неистощающейся на протяжении миллиардов лет звездной энергии. Вместе с тем Джинс делал общий пессимистический вывод о неизбежной, хотя и очень отдаленной гибели Вселенной в результате полного вырождения и рассеяния энергии. Его классические сочинения «Проблемы космогонии и звездной динамики» (1919 г.) и «Астрономия и космогония» (1928 г.) стали ценнейшим вкладом в звездную астрономию, астрофизику и космогонию.

Кроме того, в 30-е годы широкую известность приобрела космогоническая гипотеза Джинса, высказанная им впервые в 1916 г. Строгим математическим анализом гипотезы Лапласа, которую после критики Фая (см. выше) все еще пытались оправдать и улучшить, Джинс окончательно показал ее несостоятельность. По собственной гипотезе Джинса планеты образовались в результате отделения от Солнца гигантского приливного выступа, возникшего при случайном близком прохождении посторонней звезды. Критика этой гипотезы Г. Н. Ресселом (1938 г.) и Н. Н. Парийским (1943 г.) показала ее несостоятельность, главным образом ввиду того, что она не могла объяснить загадочного несоответствия между распределением количества движения и массы в Солнечной системе (последняя сосредоточена в Солнце, тогда как первый — в планетах). Гипотезу Джинса критиковали в 40-е годы еще и за ее связь с определенными космологическими представлениями. Джинс считал явление «красного смещения» линий в спектрах далеких галактик свидетельством реального начала Вселенной во времени, начала «разбегания» материи из некоторого центра. Защищая свою космогоническую гипотезу от обвинений в чрезвычайно малой вероятности сближения звезд, Джинс ссылался на бо̀льшую плотность звезд в более ранние эпохи существования Вселенной. В наше время получены доказательства реальности процесса расширения всей наблюдаемой Вселенной в течение конечного времени порядка десяти миллиардов

лет, и в этом отношении рассуждения Джинса были справедливы. Вместе с тем эта современная нам теория «горячей Вселенной» не имеет никаких оснований утверждать, что начало расширения из некоторого критического состояния есть начало существования Вселенной, а не один из переломных моментов ее развития.

Теоретические работы Джинса — физика и астронома — были высоко оценены. С 1906 г. он состоял членом, а в 1919—1929 гг. секретарем Лондонского Королевского общества, в 1925—1927 гг. — президентом Королевского астрономического общества.

Умер Джинс 17 сентября 1946 г.

* * *

Иоганн Генрих Ламберт родился 26 августа 1728 г. *) в г. Мюльгаузен (Германия), куда его предки-протестанты вынуждены были переселиться из Франции в конце XVII в. Сын бедного портного, он должен был помогать в работе отцу и образование получил лишь в пределах начальной школы. Своими необъятными энциклопедическими познаниями Ламберт был обязан самообразованию, встречам и общению с образованными и учеными людьми и своим необыкновенным способностям. Он владел уже в молодые годы несколькими европейскими и восточными языками, глубоко разбирался в литературе, изучил астрономию, физику, физиологию, теологию, юриспруденцию, историю науки, овладел каллиграфией. Но с ранних лет его подлинной страстью стала математика. Однако, несмотря на необычайно яркий математический талант Ламберта, эта наука не была для него самоцелью, а лишь наилучшим инструментом в познании законов природы. В дальнейшем свои математические исследования он опубликовал в четырехтомном труде (1765—1772 гг.) с характерным названием: «К использованию математики и ее приложений».

Внешне жизнь Ламберта была малопримечательной. Нелегкое детство: страсть к чтению он мог удовлетворять лишь в свободные от работы ночные часы. Подростком он служил переписчиком в суде Мюльгаузена, а с 15 лет — бухгалтером на металлургическом заводе.

*) По некоторым источникам, 29 августа.



Иоганн Генрих Ламберт (1728—1777).

Следующие места службы — в 17 лет он стал личным секретарем богатого издателя газеты, а с 1748 г. — воспитателем детей в семье Президента Швейцарской Конфедерации в г. Кур — дали Ламберту больше возможностей для продолжения самообразования и времени на собственные научные размышления и исследования.

Эта вторая сторона составляла истинное содержание жизни Ламберта. В истории математики с его именем связаны не только конкретные важные исследования по геометрии, алгебре, сферической тригонометрии, но и одна из ранних идей построения новой, неевклидовой геометрии. Математический фундамент он стремился подвести даже под философию. В физике Ламберт стал родоначальником гигрометрии и высказал важные идеи о так называемой «лучистой теплоте». В картографии он установил основные принципы построения карт и предложил ряд новых картографических проекций. На протяжении всей жизни Ламберт работал над философскими проблемами и написал два трактата по теории познания «Новый органон, или мысли об исследовании и обозначении истины и об отличии ее от заблуждения и иллюзии» (Лейпциг, 1764 г.) и «Архитектоника или теория простого и первого в философском и математическом познании» (Рига, 1771 г.). Но в философии Ламберт отходил от материалистических взглядов естествоиспытателя, отстаивая широко распространенную в его время идею разумной целесообразности в природе.

В историю науки Ламберт вошел прежде всего как физик и астроном — автор двух фундаментальных, тесно связанных между собою трудов. В первом из них — «Фотометрии» (Аугсбург, 1760 г.) он разработал теоретические основы одного из главных методов наблюдательной астрономии — фотометрии, в том числе утвердил основной фотометрический закон логарифмического ослабления потока монохроматического света в поглощающей среде, разделив славу с двумя другими учеными (закон Буге — Ламберта — Бэра). В честь Ламберта названа единица яркости поверхности и крупнейший ледник мира в Антарктиде. Новыми фотометрическими принципами Ламберт не замедлил воспользоваться для решения конкретных астрономических и геофизических задач: весьма точно оценил относительную яркость Луны, ослабление света в земной атмосфере, изучал явление сумерек, впервые пытался фотометрическим путем оценить высоту

земной атмосферы. Ему же принадлежит вторая, после Х. Гюйгенса, но значительно более точная фотометрическая оценка межзвездных расстояний (около 8 световых лет до Сириуса).

Второе сочинение — «Космологические письма об устройстве мироздания» (Эрланген, 1761 г.; в русском переводе с французского популярного изложения, — 1797 г.) стало вершиной творчества Ламберта как естествоиспытателя. Накопив в себе энергию многолетних целеустремленных наблюдений, сравнений, размышлений над проблемами мироздания, его ум подобно лучу лазера пробил стену еще весьма ограниченной современной ему картины мира и проник вперед на века, выхватывая по пути из тьмы неизведанного такие глубинные черты Вселенной, какие наблюдательному индуктивному естествознанию стали доступны лишь после двухвекового революционного развития науки и, главное, наблюдательной техники. Более того, без такого предварительного броска, в значительной степени задававшего направление и программу поисков, наблюдательная астрономия начала XX в., быть может, намного дольше блуждала бы в хаосе все возрастающего потока разрозненных фактов, не имея организующей поиски идеи. Речь идет о космологической концепции иерархической структуры Вселенной Райта — Канта — Ламберта.

Вместе с тем для появления столь широкой концепции необходим был некий минимальный набор фактов, дальновидное обобщение которых и составляет обычно так называемую умозрительную концепцию. К середине XVIII в. неуловимость звездных параллаксов при значительно возросшей (до 1″) точности наблюдений и связанные с этим, а также с фотометрическими измерениями значительно более точные оценки межзвездных расстояний (Гюйгенс, 1698 г.; Брадлей, 1728 и 1748 гг.; Ламберт, 1760 г.) показали грандиозность масштабов звездной Вселенной. Первые свидетельства о звездном составе Млечного Пути и некоторых маленьких туманных пятен на небе (Г. Галилей, 1610 г.) и открытие в 50-е годы XVIII в. Н. Л. Лакайлем более четырех десятков новых туманностей, неразложимых для телескопов того времени, приводили к выводу не только о колоссальности размеров, но и о сложности устройства Вселенной. Установление Ньютоном закона всемирного тяготения породило идею динамической упорядоченности

всего мироздания. К началу XVIII в. этот закон был проверен лишь для Солнечной системы, но открытие Галлеем собственных движений звезд (1718 г.) стало первым свидетельством о возможном действии подобных, так называемых центральных сил и в глубинах Вселенной. В результате в первой половине XVIII в. почти одновременно были высказаны несколькими учеными широкие космологические концепции. Вывод о том, что все видимые нами звезды составляют систему, устроенную по типу Солнечной, идея островных вселенных, согласно которой все туманности рассматриваются как далекие звездные системы, подобные Млечному Пути (Э. Сведенборг, 1733 г.; Т. Райт, 1750 г.), были дополнены в классическом сочинении И. Канта (1755 г.) гениальной идеей бесконечной иерархии космических систем, которые совершают движения — каждая вокруг своего центра по закону всемирного тяготения (сочинение Канта долгое время оставалось неизвестным в ученом мире). Независимо выдвинутая концепция Ламберта завершает эту грандиозную работу гениальных умов по обобщению первого набора необходимых космологических фактов в науке нового времени. Над проблемой космологии Ламберт начал работать в 1749 г. В «Фотометрии» в главе «О блеске неподвижных звезд и об их расстояниях» он представил Млечный Путь как эклиптику звезд, обращающихся вокруг некоторого общего центра. В «Космологических письмах...» Ламберт дает, по сравнению со своими предшественниками и старшими современниками, наиболее полную и вместе с тем тесно связанную с наблюдениями картину иерархической Вселенной. В своей концепции он отделяет обобщение уже открытых фактов от экстраполяций в область прогнозируемых им открытий, называя лишь эту часть концепции умозрительной. Ламберт утверждал существование во Вселенной систем трех порядков: планеты со спутниками; Солнце (равно как и другие звезды) с планетами; Млечный Путь и другие подобные ему туманности. Кроме того, обратив внимание на крайнюю видимую неоднородность яркости Млечного Пути, Ламберт выделил промежуточную систему между системами второго и третьего порядков — большие звездные сгущения в самом Млечном Пути. К одной из таких промежуточных систем он относил все видимые с Земли звезды вместе с Солнцем. Это его утверждение: «Звезды, находящиеся вне сего пути, составляют одну

только систему, которая есть наша»,— блестяще подтвердилось открытием в XX в. «Местной системы» звезд в Галактике. В качестве далекой умозрительной экстраполяции Ламберт выдвигал идею существования систем и более высоких (четвертого, пятого и т. д.) порядков. Все системы Ламберт считал находящимися в непрерывном движении — каждая вокруг своего центра масс — и подчиняющимися закону всемирного тяготения, который, как он полагал, «простирает власть свою повсюду, где есть вещество». Допуская существование «пустых» геометрических центров обращения систем, Ламберт склонялся более к идее «центральных солнц» и за центр нашей (Местной) системы посчитал туманность Ориона, приняв ее за единое тело. В концепции Ламберта, в отличие от концепции Канта, Вселенная структурно не бесконечна,— в ней предполагалось существование единого общего неподвижного центра, вокруг которого обращаются все имеющиеся тела и системы. Его грандиозная космологическая концепция была результатом глубокого логического анализа конкретных фактов. Ламберт не признавал выводов на основе интуиции. Несмотря на полноту построенной им картины Вселенной, он не претендовал на создание законченного учения о строении Вселенной. Биографы его отмечали, что он был вообще решительным противником создания какой-либо системы, считая, что наши знания недостаточны для построения целого.

Многие научные прогнозы Ламберта оправдались в ближайшие десятилетия: открытие новых туманных объектов — далеких галактик, собственного движения Солнца, открытие двойных и кратных звезд. Другие опередили науку на век или даже на два. Его утверждение, что по небольшим возмущениям в движении небесного тела можно обнаружить другое, массивное, но невидимое тело, подтвердилось в XIX в. Во-первых, Бессель обнаружил такие характерные возмущения в движении Сириуса и Проциона и объяснил их в 1834 г. в духе Ламберта — существованием у этих звезд невидимых массивных спутников (которые и были в дальнейшем открыты). Еще более ярким примером стала известная история открытия Нептуна в 1846 г. Указание Ламберта на возможность существования сверхплотных космических тел, против которых «плотнейшие» на Земле показались бы «губкою» и которые, таким образом, даже при

небольших размерах обладали бы огромной силой притяжения, неожиданно подтвердилось открытием сверхплотных звезд — от белых карликов до нейтронных звезд-пульсаров и пока еще гипотетических «черных дыр». Наконец, с середины XX в. в астрономическую картину мира прочно вписались и космические системы четвертого (по Ламберту) порядка — сверхгалактики (Ж. де Вокулер и др.).

Существенным вкладом в развитие небесной механики стала и третья астрономическая работа Ламберта «Исследования по определению орбит комет» (Эрланген, 1761 г.), в которой он дал метод расчета гиперболических орбит комет. Кометам посвящена и первая половина «Космологических писем...». Эти загадочные странники привлекали особенное внимание Ламберта в связи с распространенным в XVIII в. представлением о населенности всех небесных тел разумными существами. Разделяя эти представления, Ламберт считал особенно заманчивыми для астрономов кометы как вечно странствующие обсерватории.

Покинув в 1748 г. родные места, Ламберт жил в Швейцарии и много ездил со своими учениками и воспитанниками по городам Германии, Голландии, Франции, Италии. Его исследования получили известность. Он был членом нескольких научных обществ — литературного и физического в Куре, членом-корреспондентом научного общества в Гёттингене, членом Баварского научного общества и Берлинской Академии наук. В Амстердаме он близко познакомился со знаменитым голландским физиком П. Мушенбруком, в Париже с Ж. Л. Даламбером и Ш. Мессье. Как человек Ламберт отличался прямым, честным, доброжелательным характером и удивлявшей всех уравновешенностью духа, был тверд в своих убеждениях, несмотря на долгие годы зависимого положения. Лишь незадолго до смерти значительная пенсия, назначенная ему Фридрихом II в знак восхищения заслугами выдающегося ученого, сделала положение Ламберта более независимым.

Знавшие Ламберта отмечали поразительную силу его логических рассуждений, равно как и уникальную упорядоченность его жизни и беспрерывной четко направленной умственной деятельности. В связи с этим интересно отметить наблюдение современников, что и поразительная память, и глубокое понимание вещей распространя-

лись у Ламберта лишь на области, его интересующие. С 24 лет он вел дневник своих занятий, всегда письменно фиксировал свои мысли, которые потом развивал. Он ежедневно работал с пяти часов утра до полудня и с двух часов дня до полуночи. Единственной формой отдыха для него была «одинокая прогулка в солнечный день».

Ламберт умер 25 сентября 1777 г. от полного истощения сил, едва достигнув 49 лет от роду. При краткости его жизни и загруженности делами, не имевшими отношения к науке, огромная широта и глубина научного наследия Ламберта убедительно показывают отличительные черты истинного гения, для которого не существует благоприятных или неблагоприятных обстоятельств, ум его не может не откликаться на бесчисленные сигналы из внешнего мира, не может не работать в любых условиях.

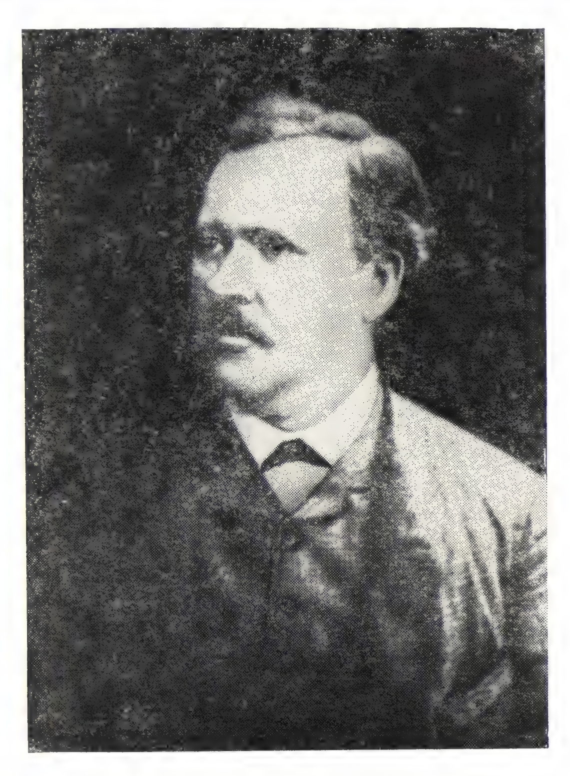
* * *

Сванте Август Аррениус родился 19 февраля 1859 г. в имении Вейк близ г. Упсалы. Окончив Упсальский университет, он выбрал специальностью физическую химию и в дальнейшем более всего прославился открытием электролитической диссоциации (1887 г.). Развитием теории Аррениуса явилось современное учение о растворах. В области химической кинетики известно уравнение Аррениуса, связывающее скорость химических реакций с температурой (1889 г.).

Он работал с 1882 г. в Физическом институте Стокгольмской Академии наук (членом которой стал с 1901 г.), а затем с 1895 г. в Стокгольмском университете. С 1905 г. он возглавлял Нобелевский институт. В 1903 г. Аррениусу была присуждена Нобелевская премия. Он был почетным членом многих академий и научных обществ, в том числе с 1926 г. почетным членом АН СССР.

Помимо своей основной, физико-химической области деятельности, а отчасти и в связи с ней, расширяя область ее применения до космических масштабов, Аррениус много сил отдавал астрономическим, именно астрофизическим исследованиям и проблемам космогонии. В последней четверти XIX в. развитие астрофизики настоятельно требовало включения в исследования космоса специалистов физиков и химиков. И деятельность Аррениуса в этом отношении — одно из ярких

проявлений этого начинавшегося тогда и ставшего характерным в наши дни процесса синтеза наук. В астрофизике Аррениуса интересовали вопросы, связанные с успехами теории теплового излучения, термодинамики, с окончательным утверждением универсального закона сохранения энергии. Одним из первых он применил для



Сванте Август Аррениус (1859—1927).

определения температуры поверхности планет законы излучения абсолютно черного тела, законы Стефана—Больцмана (1879—1884 гг.) и Вина (1893 г.). Аррениус занимался также вопросом состава и строения солнечной короны, в которой, как тогда думали, обнаружился новый, неизвестный на Земле элемент («короний»). Но особенно интересовали Аррениуса проблемы происхождения и эволюции космических объектов и судьба Вселен-

ной в целом, в связи с выдвинутой Р. Клаузиусом и В. Томсоном во второй половине XIX в. концепцией неизбежности «тепловой смерти» Вселенной. В последнем вопросе Аррениус отстаивал представление о неизменности (стационарности, в современной нам терминологии) Вселенной в целом и об изменении только ее частей: материя ее находится в вечном круговороте, и если в одном месте звезды, излучая свою энергию, постепенно затухают и даже взрываются, превращаясь в разреженную туманность, то в других местах туманности, сгущаясь, вновь разогреваются от сжатия и в результате энергия концентрируется в новых зажигающихся звездах. В связи с этим, небезынтересно вспомнить, что еще в 80-е годы XIX в. эту проблему так же, но в чисто философском, обобщенном виде, решал Ф. Энгельс в «Диалектике Природы», которая увидела свет лишь в 1925 г. Не выдвигая какой-либо универсальной космогонической концепции, Аррениус сосредоточил внимание на отдельных существенных процессах во Вселенной, играющих важную роль в ее судьбе. Он рассмотрел возможный путь протекания противоположных процессов — образования туманностей из уже существующих звезд и звезд из туманностей, учитывая при этом новейшие достижения физики. Эти вопросы Аррениус впервые изложил в Стокгольмской Академии наук в 1900 г. и в начале 900-х годов оформил их в виде первой части своего «Учебника космической физики» (на русском языке эта книга была издана в 1905 г. под менее точным названием «Физика неба»). В этой книге он широко распространил на космогонический и эволюционный процессы в космосе действие светового давления, только что (1899 г.) доказанного П. Н. Лебедевым, с которым Аррениус вел дружескую переписку. Придавая световому давлению даже чрезмерное значение, Аррениус построил любопытную теорию образования метеоритов в космическом пространстве из частиц солнечной и вообще звездных атмосфер, отталкиваемых и изгоняемых в пространство давлением излучения звезд («солнечный ветер» в нашей терминологии). Эти частицы сначала задерживаются и скапливаются во внешних частях газовых туманностей, широко распространенных в космическом пространстве. В условиях космического холода они конденсируют на своей поверхности газы, а при столкновениях друг с другом слипаются, вырастая

в более крупные тела типа метеоритов, и так продолжают свои блуждания в пространстве, пока некоторые из них случайно не встретятся с Землей. Хотя эта гипотеза не удержалась (впрочем, еще в начале 40-х годов нашего века было распространено мнение о внепланетном, межзвездном происхождении метеоритов), она заслуживает внимания как одна из ранних гипотез, опиравшихся на детальное рассмотрение и обобщение свойств метеоритов.

В связи с установлением закона сохранения энергии Аррениус, видимо, один из первых, отметил недостаточность сжатия в качестве единственного источника тепла, пополняющего запасы энергии Солнца, и указывал на необходимость заменить эту гипотезу «другой гипотезой, которая основана на химических соотношениях внутри Солнца, рассматриваемых в освещении второго закона механической теории тепла».

В общей концепции эволюции небесных тел Аррениуса чрезвычайно интересовала проблема органической жизни во Вселенной. Не допуская «самозарождения» жизни из неорганической материи, он развил свою концепцию вечности жизни во Вселенной и переноса жизненных зародышей с планеты на планету, опять-таки привлекая к этому действие светового давления. Жизнь развивается на тех телах, где условия развития зародышей оказываются подходящими. Эта гипотеза, возрождавшая древнюю идею «панспермии», не была принята наукой, однако и в наши дни возможность такого распространения жизни обсуждается время от времени в научных кругах в связи с выясняющимися большими возможностями живой материи выдерживать сходные с космическими условия. Свои космогонические идеи Аррениус изложил наиболее полно в большом популярно написанном сочинении «Образование миров» (1907 г., в русском переводе вышла в 1908 г.). Во второй половине 1907 г. он подготовил к изданию и в 1909 г. издал на немецком языке другую свою книгу космогонического содержания «Представление о мироздании на протяжении веков» (в русском переводе вышла в 1912 г.). Написанная также как научно-популярная, эта книга представляет собой существенный вклад главным образом в историю астрономии. В ее последних главах Аррениус излагает и свои собственные космогонические идеи, в том числе обсуждает понятие бесконечности в космого-

нии, проводя и здесь глубокие экскурсы в историю астрономии и философии природы.

Аррениус умер 2 октября 1927 г. в Стокгольме.

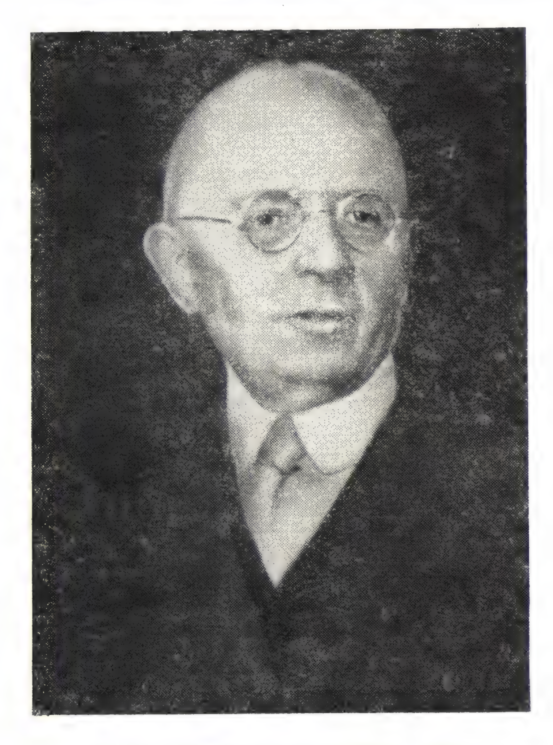
* * *

Генри Норрис Рессел родился 25 октября 1877 г. в г. Остербэе (штат Нью-Йорк, США). Почти вся его научная жизнь была связана с Принстонским университетом, который он окончил в 1900 г. С 1911 г. он был профессором этого университета, а с 1912 до 1947 г. возглавлял, кроме того, университетскую обсерваторию.

Научные работы Рессела положили начало выявлению новых, астрофизических закономерностей Вселенной. Обратив внимание на открытую Э. Герцшпрунгом в 1905 г. (см. АК на 1973 г.) особенность красных звезд — существование среди них двух групп — очень ярких («гиганты») и очень слабых («карлики») и отсутствие звезд промежуточных светимостей, Рессел провел в 1905—1912 гг. грандиозную работу по сравнению спектров и светимостей у звезд различных спектральных классов по составлявшемуся в это время на Гарвардской обсерватории Дрэперовскому каталогу звездных спектров. В результате к 1913 г. он установил, что не только красные, но и звезды других спектральных классов, кроме голубых горячих звезд класса В, делятся на две группы — «гигантов» и «карликов». Построив график распределения звезд по их абсолютным звездным величинам в зависимости от их спектрального класса, Рессел обнаружил две последовательности звезд, начинающиеся в классе горячих звезд В-класса и продолжающиеся слева направо до холодных красных звезд класса М. Одна ветвь шла горизонтально до «красных гигантов», другая — наклонно вниз до «красных карликов» (звезд малой светимости). Эта знаменитая диаграмма Герцшпрунга — Рессела была в дальнейшем дополнена и детализирована многими астрофизиками, в том числе, в нашей стране П. П. Паренаго, Б. А. Воронцовым-Вельяминовым и др. По современным представлениям она отражает фундаментальные физические закономерности строения и развития звезд.

Рессел первый попытался раскрыть эволюционный смысл этой диаграммы (1914 г.), опираясь на распространенные тогда представления о развитии звезд лишь

за счет сжатия. Сначала, находясь в состоянии идеального газа, звезда, по теории американского математика Г. Лэна, должна была от сжатия разогреваться, а затем, достаточно уплотнившись и выйдя из состояния идеального газа, постепенно остывать из-за продолжающегося сжатия и усиливающейся отдачи энергии в пространство (теория Г. Гельмгольца и В. Томсона). Этот



Генри Норрис Рессел (1877—1957).

путь развития звезды, идея которого принадлежит Н. Локьеру, вначале поразил Рессела своим точным соответствием открытой им зависимости «спектр — светимость». Но вскоре было доказано, что вещество звезд всех классов находится в состоянии идеального газа. Эта неудача заставила многих астрофизиков искать новые источники звездной энергии. Наряду с английскими физиками Д. Х. Джинсом и А. С. Эддингтоном (см. АК

на 1957 г.) Г. Н. Рессел пришел к правильному выводу о внутриатомном характере этих источников. Особенно близко к современным представлениям об эволюции звезд подошли Рессел и Эддингтон, указавшие на существование так называемой критической температуры, лишь по достижении которой в недрах звезды начинает действовать источник энергии (как теперь известно, ядерные реакции), который затем в течение миллионов и миллиардов лет обеспечивает мощный поток излучения звезды. Оправдалось и предположение Рессела о глубоком, эволюционном содержании диаграммы «спектр — светимость», хотя сами жизненные пути звезд различных типов на ней оказались намного сложнее.

В других своих многочисленных работах Рессел развивал теорию движения компонентов в системах двойных звезд, главным образом затменных переменных, определял количественный относительный химический состав атмосфер Солнца и звезд. Применив новую тогда физическую теорию ионизации (см. выше очерк о Джинсе), Рессел одним из первых занялся отождествлением и изучением спектральных линий ионизованных атомов элементов в звездных атмосферах. По особенностям спектров он определял массы и расстояния звезд (метод спектральных параллаксов) и т. д.

В планетной астрономии Рессел допускал возможность существования на Марсе растительности в ее простейших и морозоустойчивых формах и отмечал как характерную особенность таких растений обильное поглощение ими тепловых лучей. Рессел был талантливым популяризатором науки. В своей книге «Солнечная система и ее происхождение» (1938 г.) он впервые обратил внимание на основной дефект в космогонической гипотезе Д. Джинса — ее неспособность объяснить распределение момента количества движения между Солнцем и планетами, что и привело к крушению этой гипотезы. Немало времени Рессел отдавал педагогической деятельности и в 30-е годы вместе с двумя другими авторами написал один из наиболее известных учебников астрономии (в 1934—1935 гг. он был издан в двух томах на русском языке).

С 1911 г. Г. Н. Рессел был членом Национальной Академии наук США. Он умер 18 февраля 1957 г.

* * *

Альберт Абрахам Майкельсон родился 19 декабря 1852 г. в польском г. Стрельно, тогда принадлежавшем Германии, в 150 *км* от знаменитого Торуня, но почти всю жизнь (с 1854 г.) прожил в США в г. Аннаполисе, несколько лет служил на флоте, а затем, завершив образование в европейских университетах (1880—1882 гг.),



Альберт Абрахам Майкельсон (1852—1931).

преподавал физику в различных высших учебных заведениях США. С 1892 г. по 1929 г. он был профессором физики Чикагского университета, а в 1923—27 гг. возглавлял Национальную Академию США.

Основной областью его исследований стала физическая оптика. Майкельсон получил мировую известность как уникальный физик-экспериментатор и изобретатель спектральных приборов сверхвысокой разрешающей способности — «интерферометров» и «эшелона» Майкельсона.

В 1878—1882 гг. и 1924—1926 гг. он провел прямые измерения скорости света, уточнив значение этой важ-

нейшей в астрономии и физике величины в тысячи раз по сравнению с принятым после измерения И. Л. Фуко (1862 г.) значением (298 000 *км/сек*). Результат Майкельсона (299 796±4 *км/сек*) отличается от современного (299 792+0,1 *км/сек*, данные на 1971 г.) всего на несколько *км/сек*.

Трудность экспериментальной задачи лишь привлекала Майкельсона. В 1881 г. он впервые открыл, а в 1885—1887 гг. вместе с У. Морли окончательно подтвердил совершенно неожиданный и противоречивший классической механике и физике факт — независимость скорости света относительно движущейся Земли от направления ее движения: скорость света всегда оставалась постоянной. Этот знаменитый «опыт Майкельсона» стал экспериментальным обоснованием специальной теории относительности, одним из главных факторов, вызвавших грандиозную революцию XX в. в физике.

Сверхточные для его времени измерения Майкельсон осуществил с помощью изобретенного им прибора — двухлучевого интерферометра, начавшего подлинную революцию в измерительной технике. В нем осуществлялась идея Фуко о высокоточных линейных измерениях с использованием явления интерференции света. С этим прибором Майкельсон впервые определил величину длины волны света, длину волны спектральных линий различных химических элементов и т. д. (1892—1893 гг.). Приняв за новый линейный эталон длину волны красной линии кадмия, Майкельсон блестяще выполнил, по просьбе Международного Бюро мер и весов, измерение международного стандартного метра, хранящегося в г. Севре (Франция) с абсолютной точностью в 2 миллионных его длины.

Но в астрономии он особенно прославился первыми в истории науки успешными прямыми измерениями угловых диаметров звезд. Попытки в этом направлении (Тихо Браге и др.) были в свое время оставлены, когда поняли, что получавшиеся результаты — до минут дуги! — иллюзорны и относятся лишь к размытому дифракционному изображению звезды. Это, казалось, непреодолимое препятствие — невозможность освободиться от интерференционных эффектов и получить истинное изображение — Майкельсон и использовал при решении той же задачи. Для измерений он резонно выбрал яркую красную звезду Бетельгейзе. Вначале он применил уста-

новку типа интерферометра Рэлея, когда перед объективом телескопа помещалась диафрагма с двумя щелями. Интерференционная картина от диска звезды должна была при этом раздвоиться и при достаточном расстоянии между щелями исчезнуть, когда максимумы одной системы интерференционных полос перекроются с минимумами другой. Расстояние между щелями диафрагмы в этом случае ограничивалось диаметром объектива. В ходе опытов, начатых в 1897 г. и продолжавшихся до 1919 г. Майкельсон последовательно убедился в недостаточности размеров 12-, 40-, 60- и даже нового и тогда самого большого в мире 100-дюймового телескопа обсерватории Маунт Вилсон. Отложив на время главную задачу, Майкельсон в конце 1919 г. измерил расстояние между компонентами спектрально-двойной звезды Капеллы (0″,05) с очень высокой точностью (ошибка меньше 1%). В 1920 г. Майкельсон изобрел новый тип интерферометра — «звездный интерферометр Майкельсона», с расстоянием между зеркалами, заменившими щели, 6 *м*. Задача прямого измерения угловых диаметров звезд была, наконец, решена. Первое успешное измерение было проведено 13 декабря 1920 г. Пизом, сотрудником Майкельсона, так как сам он должен был уехать читать лекции в университете. Интерференционная картина исчезла при расстоянии между зеркалами интерферометра в 3 *м*, и для углового диаметра звезды была получена величина около четырех сотых долей секунды, что соответствовало линейным размерам звезды свыше 300 млн. *км* (больше земной орбиты!). Вслед за этим были измерены диаметры гигантских звезд — Арктура, Антареса, Миры Кита и др. Всего к настоящему времени этим методом измерены диаметры 22 звезд — от 0″,047 у Миры Кита до 0″,00072 ε Ориона.

Метод интерферометра для сверхточных угловых измерений оказался особенно перспективным в астрономии и радиоастрономии с ее огромной проницающей способностью. В наше время с помощью радиоинтерферометра с базой в тысячи *км* и разрешающей способностью до 0″,0001 изучается структура самых удаленных космических объектов — квазаров.

Выдающиеся заслуги Майкельсона были отмечены присуждением ему в 1907 г. Нобелевской премии.

Умер А. А. Майкельсон 9 мая 1931 г. в Пасадене (Калифорния), где жил последние годы.

ЛИТЕРАТУРА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ В 1975 г.

Н. Б. Лаврова

В настоящем выпуске нашей библиографии, так же как и в предыдущих, указаны книги и статьи, которые могут быть пособием в работе астронома-любителя или дать ему возможность быть в курсе современных достижений науки.

Мы рекомендуем систематически просматривать информационные издания Всесоюзного института научной и технической информации (ВИНИТИ) и Всесоюзной Книжной палаты — реферативные журналы «Астрономия» и «Исследования космического пространства», «Ежегодник книги СССР» и еженедельно выходящие «Книжное обозрение» и «Летопись журнальных статей».

Необходимым для любителя астрономии журналом является «Земля и Вселенная», в каждом номере которого помещаются обзорные статьи по актуальным вопросам астрономии, сообщения о новейших исследованиях, рекомендации для астрономов-любителей, а также сообщения о новых книгах и рецензии на них. Предполагая, что наши читатели регулярно следят за этим журналом, мы не указываем статей из него в нашей библиографии.

Поток литературы растет, увеличивается количество выходящей научно-популярной литературы различной степени трудности. И труднее становится отобрать ту, которая может быть интересна нашему читателю. Составитель с благодарностью примет рекомендации на этот счет, так же как и все пожелания и замечания касательно ведения данного библиографического указателя.

КНИГИ И СТАТЬИ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ

Астрофизика. Проблемы и открытия. Рекомендательный указатель литературы в помощь лектору, М., «Знание», 1975, 30 с., 4 коп.

Березинский В. С., Зацепин Г. Т., Нейтринная астрофизика, М., «Знание», 1975, 64 с., 11 коп.

Популярная брошюра, посвященная истории, современному состоянию и перспективам нейтринной астрофизики. Рассказывается о свойствах нейтрино, его роли в астрофизических процессах, нейтринном излучении Солнца и звезд.

Будущее науки. Перспективы, гипотезы, нерешенные проблемы. Международный ежегодник, вып. 8., М., «Знание», 1975, 288 с., 58 коп.

Очередной выпуск научно-популярного сборника. Среди статей: Мэлина Ф. Дж., «ЛМЛ — лунная международная лаборатория»,

Зельдович Я. Б., «Как рождаются галактики», Мельников О. А., Геращенко А. Н., «Пыль и газ в нашей Галактике».

Куликов К. А., Курс сферической астрономии, изд. 3-е, перераб. и доп., М., «Наука», 1974, 232 с., 47 коп.

Сжатое изложение курса сферической астрономии для вузов. Новое издание дополнено главой «Лунная сферическая астрономия».

Наука и человечество. 1975. Международный ежегодник. Доступно и точно о главном в мировой науке, М., «Знание», 1974, 448 с., 3 р. 47 к.

Среди статей очередного выпуска ежегодного издания: Дойл Ф., «Фотографические системы «Аполлонов» и картографирование Луны», Алмар И., «Искусственные спутники и верхняя атмосфера Земли», Добровольский О. В., Гетман В. С., «Исследование комет и метеоров», Мельников О. А., Попов В. С., «Современный оптический телескоп».

Ораевский В. Н., Плазма на Земле и в космосе. Научно-популярный очерк, Киев, «Наукова думка», 1974, 170 с., 32 коп.

Подобед В. В., Нестеров В. В., Общая астрометрия, М., «Наука», 1975, 551 с., 1 р. 42 к.

Учебник для студентов университетов. Излагаются все разделы астрометрии (теория изменения экваториальной системы координат вследствие вращения Земли, определение координат звезд, построение фундаментальной и инерциальной систем координат, определение астропунктов и изучение фигуры Земли, наблюдения Луны, теория вращения Земли, проблема астрономических постоянных).

Проблема CETI (связь с внеземными цивилизациями). Перев. с англ. Под ред. С. А. Каплана, М., «Мир», 1975, 351 с., указатель литературы: с. 336—348 , 2 р. 18 к.

Труды первой советско-американской конференции по проблеме связи с внеземными цивилизациями, состоявшейся в 1971 г. в Бюракане. Книга содержит изложение докладов и дискуссий на темы: другие планетные системы, внеземная жизнь, эволюция разума, эволюция технически развитых цивилизаций, продолжительность их существования, их число, возможность обнаружения и методы контактов с «братьями по разуму».

Смородинский Я. А., Тяготение, М., «Знание», 1975, 64 с., 11 коп.

Популярная брошюра, посвященная общей теории относительности и ее приложению к проблеме эволюции Вселенной.

РУКОВОДСТВА ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

Дагаев М. М., Наблюдения звездного неба, изд. 3-е, доп., М., «Наука», 1975, 175 с., 33 коп.

Новое издание известного руководства для начинающих любителей астрономии. Содержание: 1. Звездное небо. 2. Выдающиеся объекты звездного неба. 3. Движущиеся светила ночного неба. 4. Простейшая самостоятельная астрономическая труба. 5. Справочный отдел.

Любительские телескопы. М., «Наука», 1975, 119 с., 52 коп.

Сборник статей. Содержание: Шемякин М. М., «Любительские телескопы, приборы и оборудование», Андрианов Н. К., «Универсальный визуально-поляризационный фотометр», Чувахин С. Д., «Любительский телескоп системы Кассегрена», Орлов Б. К., «Формулы для расчета телескопов различных систем»,

Орлов Б. К., «Из опыта расчета и изготовления астрономических инструментов в любых условиях», Андрианов Н. К., «Электрофотометр с двухламповым усилителем», Андрианов Н. К., «Двойной любительский телескоп-рефлектор на параллактической установке (240 и 265 *мм*)», Шемякин М. М., «М. С. Навашин (1896—1973)».

Школьный астрономический календарь на 1975/76 учебный год, Вып. 26., М., «Просвещение», 1975, 96 с., 17 коп.

СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Дубов Э. Е., Перенос энергии и распределение температур на Солнце, «Природа», 1975, № 2, с. 45—51.

Лыу Ван Лыонг, Солнечные протуберанцы, «Природа», 1975, № 5, с. 31—38.

Никольский Г. М., Солнечная корона и межпланетное пространство, М., «Знание», 1975, 64 с., 11 коп.

Популярная брошюра. Содержание: физические свойства солнечной короны, фраунгоферова составляющая солнечной короны и зодиакальный свет, структура короны и корпускулярное излучение, методы исследования.

Пикельнер С. Б., Солнце: вспышки, «усы», спикулы, «Природа», 1975, № 6, с. 15—19.

Демин В. Г., Судьба Солнечной системы. Популярные очерки по небесной механике, изд. 2-е., М., «Наука», 1975, 264 с., 42 коп.

Книга посвящена проблеме устойчивости Солнечной системы. Рассказывается о строении Солнечной системы, законах движения планет, их спутников, комет, астероидов, истории и методах решения задачи о характере эволюции орбит тел Солнечной системы.

Планеты и спутники. Под ред. А. Дольфюса. Перев. с англ. и франц., под ред. В. Г. Курта, М., «Мир», 1974, 579 с., 3 р. 19 к.

Коллективная монография, дающая сводку современных данных о планетах и спутниках. Содержание: 1. Определение масс планет и спутников, 2. Диаметры планет и спутников, 3. Радиолокационные исследования планет, 4. Тепловое радиоизлучение Луны и планет, 5. Фотометрия поверхностей планет, 6. Фотометрия астероидов, 7. Магнитные поля планет.

Гуди Р., Уолкер Дж., Атмосферы. Перев. с англ., под ред. Г. И. Голышева, М., «Мир», 1975, 184 с., 89 коп.

Книга посвящена физике планетных атмосфер. Приводятся современные данные об атмосфере Земли, а также атмосферах Марса, Венеры, Юпитера, полученные путем наземных и космических исследований.

Долгинов Ш. Ш., Магнетизм планет, М., «Знание», 1974, 64 с., 10 коп.

Популярная брошюра. Автор рассматривает проблемы геомагнетизма, магнитных полей Луны, Венеры, Марса, Меркурия, Юпитера, теории происхождения магнетизма планет.

Кондратьев К. Я., Погода и климат на планетах, М., «Знание», 1975, 64 с, 11 коп.

Популярная брошюра по вопросам сравнительной метеорологии планет. Автор приводит сравнительные характеристики атмосфер планет, описывает основные процессы в атмосферах Венеры, Марса, Юпитера.

Этому же вопросу посвящена следующая брошюра:

Кондратьев К. Я., Сравнительная метеорология планет, Л., Гидрометеоиздат, 1975, 48 с., 21 коп.

Алексеев В., Минчук С., Венера раскрывает тайны, изд. 2-е, перераб. и доп., М., «Машиностроение», 1975, 96 с., 51 коп.

Популярная книга. Авторы рассказывают о результатах изучения Венеры путем наземных наблюдений и с помощью советских автоматических межпланетных станций «Венера-1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8».

Кузьмин А. Д., Маров М. Я., Физика планеты Венера, М., «Наука», 1974, 408 с., 2 р. 41 к.

Монография, в которой собраны новейшие сведения о природе Венеры: о вращении этой планеты, топографии, физических свойствах поверхности, о структуре, составе, тепловом режиме и оптических свойствах ее атмосферы.

Дружинин И. П., Сазонов Б. И., Ягодинский В. Н., Космос — Земля. Прогнозы, М., «Мысль», 1974, 288 с., 1 р. 17 к.

В книге излагаются современные представления о влиянии космических факторов на земные процессы — колебания атмосферной циркуляции, осадков и стока рек, циклы животного и растительного мира, заболеваемость людей. Авторы показывают возможность прогнозирования природных явлений на Земле, используя космические данные.

Закономерностям влияния космических факторов на земную жизнь посвящена также следующая книга:

Ягодинский В. Н., Космический пульс биосферы, М., «Знание», 1975, 144 с., 30 коп.

Луна. Под ред. С. Ранкорна и Г. Юри. Перев. с англ. под ред. А. А. Гурштейна. М,, «Мир», 1975. 304 с. 1 р. 12 к.

Сокращенный перевод трудов симпозиума № 47 Международного Астрономического союза, состоявшегося в марте 1971 г. Доклады посвящены проблемам исследования фигуры и гравитационного поля Луны, природе ее поверхности, петрологии, тектонике, внутреннему строению, происхождению и эволюции Луны, изучению лунных пород, доставленных на Землю.

Вдовыкин Г. П., Экзобиология Луны, М., «Наука», 1975, 125 с., 40 коп.

Научно-популярная книга, касающая темы «жизнь и лунные условия». Автор останавливается на условиях пребывания человека на Луне, выживаемости на Луне земных микроорганизмов, присутствия в лунных образцах химических элементов, входящих в органические соединения.

Николаев А. В., Галкин И. Н., Сейсмика Земли и Луны, «Природа», 1975, № 5, с. 76—86.

Маров М. Я., Новый облик Марса, «Природа», 1975, № 8, с. 12—23.

Марс по современным данным, полученным с помощью наземных наблюдений и космических аппаратов.

Новое о Марсе. Сб. статей. Под ред. и с предисловием В. И. Мороза, М., «Мир», 1974, 195 с., 1 р. 47 к.

Сборник статей, содержащих материалы исследования Марса с помощью американского космического аппарата «Маринер»-9».

Зигель Ф., Планета, похожая на звезду, «Наука и жизнь», 1975, № 4, с. 93—96.

Популярная статья о результатах исследования Юпитера американскими автоматическими аппаратами «Пионер-10» и «Пионер-11».

Левин Б. Ю., Симоненко А. Н., Из прошлого метеоритов, «Природа», 1975, № 7, с. 38—45.

Зоткин И. Т., Формула для определения относительной высоты метеоров, «Астрон. вестник», 1974, с. 8, № 4, с. 245—246.

Симакина Е. Г., Условия встречи метеорных потоков с планетами земной группы, «Астрон. вестник», 1975, т. 9, № 2, с. 128—130.

Фельдштейн Я. И., Полярные сияния — окно в космос, «Природа», 1974, № 11, с. 52—60.

ЗВЕЗДЫ И ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ. ВСЕЛЕННАЯ

Горолевич Т. А., Проблема конечного и бесконечного в космологии. (Философские аспекты). Ред. И. И. Жбанкова, Минск, «Наука и техника», 1975, 151 с., 54 коп.

Книга состоит из двух глав: 1. Бесконечность материального мира и классическая космология, 2. Бесконечность материального мира и современная космология.

Гурский Г., Как выглядит небо в рентгеновских лучах, «Природа», 1975, № 10, с. 35—45.

Ефремов Ю. Н., Переменные звезды, М., «Знание», 1975, 63 с., 11 коп.

Популярная брошюра.

Зельдович Я. Б., Новиков И. Д., Современные тенденции в космологии, «Вопросы философии», 1975, № 6, с. 51—62.

Комберг Б. В., Радиоизлучение галактик и квазаров, «Природа», 1975, № 11, с. 22—31.

Крамаровский Я. М., Чечев В. П., Радиоактивность и эволюция Вселенной, «Природа», 1975, № 5, с. 55—62.

Пиблс П., Физическая космология. Перев. с англ., под ред. Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, М., «Мир», 1975, 310 с., 1 р. 68 к.

В сжатой и доступной для широкого круга научных работников форме излагается физическая теория эволюционирующей Вселенной. Книга состоит из следующих глав: 1. Счастливые дни космологии 1912—1950 гг. 2. Однородность и изотропия Вселенной, 3. Постоянная Хаббла и временная шкала эволюции Вселенной, 4. Микроволновой фон и теория горячей Вселенной, 5. «Детский сад» космологических моделей, 6. История Вселенной. Сценарий, 7. Первичный гелий.

Плаут Л., Переменные звезды и строение Галактики, «Природа», 1975, № 12, с. 88—95.

Стрельницкий В. С., Межзвездные молекулы, М., «Знание», 1974, 64 с., 10 коп.

Популярная брошюра о межзвездных молекулах, их излучении, образовании и разрушении, методах их исследования.

Сюняев Р. А., Шакура Н. И., Жизнь умирающих звезд, «Природа», 1975, № 10, с. 46—53.

Тиндо И. П., Рентгеновская астрономия, М., «Знание», 1975, 64 с., 11 коп.

Хромов Г. С., Планетарные туманности, М., «Знание», 1975, 63 с., 11 коп.

Чаругин В. М., Реликтовое излучение, М., «Знание», 1975, 64 с., 11 коп.

Популярная брошюра о свойствах и происхождении микроволнового излучения, заполняющего Вселенную, которое было открыто в 1965 г.

Шкловский И. С., Звезды: их рождение, жизнь и смерть, М., «Наука», 1975, 367 с., 88 коп.

Книга по проблемам строения и эволюции звезд, рассчитанная на широкий круг лиц различных специальностей, интересующихся астрофизикой. Состоит из четырех частей: 1. Звезды рождаются, 2. Звезды излучают, 3. Звезды взрываются, 4. Звезды умирают.

Эйнасто Я. Э., Чернин А. Д., Йыэвээр М. М., Скрытая масса в галактиках, «Природа», 1975, № 5, с. 39—43.

Статья о коронах галактик.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Бурдаков В. П., Зигель Ф. Ю. Физические основы космонавтики. Физика космоса, М., Атомиздат, 1975, 231 с., 75 коп.

Учебное пособие для авиационных специальностей вузов. Приводятся сведения о проблемах, методах и перспективах освоения космоса, о траекториях и управлении полетами космических аппаратов, а также данные о Солнечной системе и околоземном пространстве.

Коваль А. Д., Успенский Г. Р., Космос человеку, изд. 2-е, перераб. и доп., М., «Машиностроение», 1974, 199 с., 89 коп.

Книга о значении космических исследований для настоящего и будущего человечества.

Лебедев Л. А., Космический эксперимент «Союз — Аполлон», «Природа», 1975, № 10, с. 10—18.

Левантовский В. И., Механика космического полета в элементарном изложении, изд. 2-е, перераб. и доп., М., «Наука», 1974, 487 с., 1 р. 26 к.

Популярная книга, в которой рассматривается теория движения искусственных небесных тел и основные научные результаты, полученные с их помощью. Содержание: 1. Основы ракето- и космодинамики. 2. Околоземные полеты. 3. Полеты к Луне. 4. Межпланетные полеты. 5. Полеты за пределами Солнечной системы.

Освоение космического пространства в СССР. 1973. По материалам печати, М., «Наука», 1975, 304 с., 2 р. 16 к.

Освоение космического пространства в СССР. 1974, М., «Наука», 1975, 414 с., 2 р. 73 к.

Две последние книги содержат сообщения ТАСС и статьи ведущих ученых о достижениях СССР в исследовании космического пространства в 1973 и 1974 гг.

Ребров М. Ф., Гильберг Л. А., Союз — Аполлон. Под ред. В. А. Шаталова, М., «Машиностроение», 1975, 70 с., 77 коп.

Сагдеев Р. З., Зайцев Ю. И., Космонавтика и научно-технический прогресс, «Вопросы философии», 1975, № 7, с. 53—62; № 8, с. 112—126.

Страницы советской космонавтики, М., «Машиностроение», 1975. 350 с., 1 р. 03 к.

Книга по истории советской космонавтики. Содержание: 1. Основные этапы современной космонавтики, 2. В плену великой мечты (краткий очерк развития идеи космических полетов), 3. Начало космической эры, 4. Советские ИСЗ на службе науки и народного хозяйства, 5. Советские исследования Луны, 6. Изучение планет, 7. Изучение и освоение космического пространства с помощью пилотируемых средств, 8. Контуры будущего.

Штернфельд А. А., Введение в космонавтику, изд. 2-е, М., «Наука», 1974, 240 с., 1 р. 54 к.

Новое издание широко известного труда, впервые опубликованного в 1937 г., в то время являвшегося энциклопедией науки о полетах в космос. Высокие достоинства этой книги делают ее полезной и сейчас для всех интересующихся историей космонавтики.

ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ

В. А. Амбарцумян. Вступит. статья Л. В. Мирзояна. Сост. библиографии Г. Н. Финашина, М., «Наука», 1975, 136 с. (АН СССР. Материалы к биобиблиографии ученых СССР), 48 к.

Книга содержит краткий очерк научной, педагогической и общественной деятельности акад. В. А. Амбарцумяна, полную библиографию его трудов, а также список литературы о его жизни и деятельности.

Вокулер Ж., Астрономическая фотография. От дагерротипии до электронной камеры. Перев. с англ., М., «Наука», 1975, 104 с., 46 коп.

Идельсон Н. И., Этюды по истории небесной механики, М., «Наука», 1975, 495 с., 1 р. 91 к.

Сборник очерков по истории астрономии: «Жизнь и творчество Н. Коперника», «Галилей в истории астрономии», «Клеро и его теория фигуры Земли», «Этюды по истории планетных теорий», «Закон всемирного тяготения и теория движения Луны», «О механике Лагранжа», «Лобачевский — астроном». Прилагается биография Н. И. Идельсона и список его трудов.

Историко-астрономические исследования, вып. 12. Отв. ред. Л. Е. Майстров, М., «Наука», 1975, 400 с., 2 р. 29 к.

Соколовская З. К., 200 научных биографий. Библиографический справочник, М., «Наука», 1975, 192 с., 60 коп.

В книге содержится аннотированный перечень биографий ученых, опубликованных в серии «Научно-биографическая литература» Академии наук СССР, а также сведения о находящихся в печати книгах этой серии, рассказывается об истории создания серии.

Томилин А. Н., Занимательно о космологии. Книга очерков о гипотезах, которые создавали люди, чтобы объяснить себе происхождение планет, звезд и галактик, а также о некоторых создателях этих гипотез от древних философов и жрецов до современных астрономов, физиков и математиков, М., «Молодая гвардия», 1975, 208 с., 53 коп.

Уитни Ч., Открытие нашей Галактики. Перев. с англ., Под ред. и с предисл. Г. С. Хромова, М., «Мир», 1975, 237 с., 1 р. 10 к.

Увлекательный рассказ о том, как развивались наши представления о звездной Вселенной — от умозрительных заключений древних до того времени, когда была установлена спиральная структура нашей Галактики и «человек получил возможность взглянуть на свой мир со стороны».

Шкловский И. С., Лауреаты Нобелевской премии по физике за 1974 г. — М. Райл и Хьюиш, «Природа», 1975, № 1, с. 111—112.

Статья об английских радиоастрономах, которые являются первыми астрономами — лауреатами Нобелевской премии. Им посвящена также статья Л. И. Матвеенко: «Земля и Вселенная», 1975, № 5, с. 56—61.

76 к.

1977 * АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ